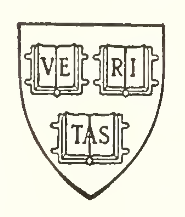
HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology



TOME 103 1966 Série B - N° 1

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

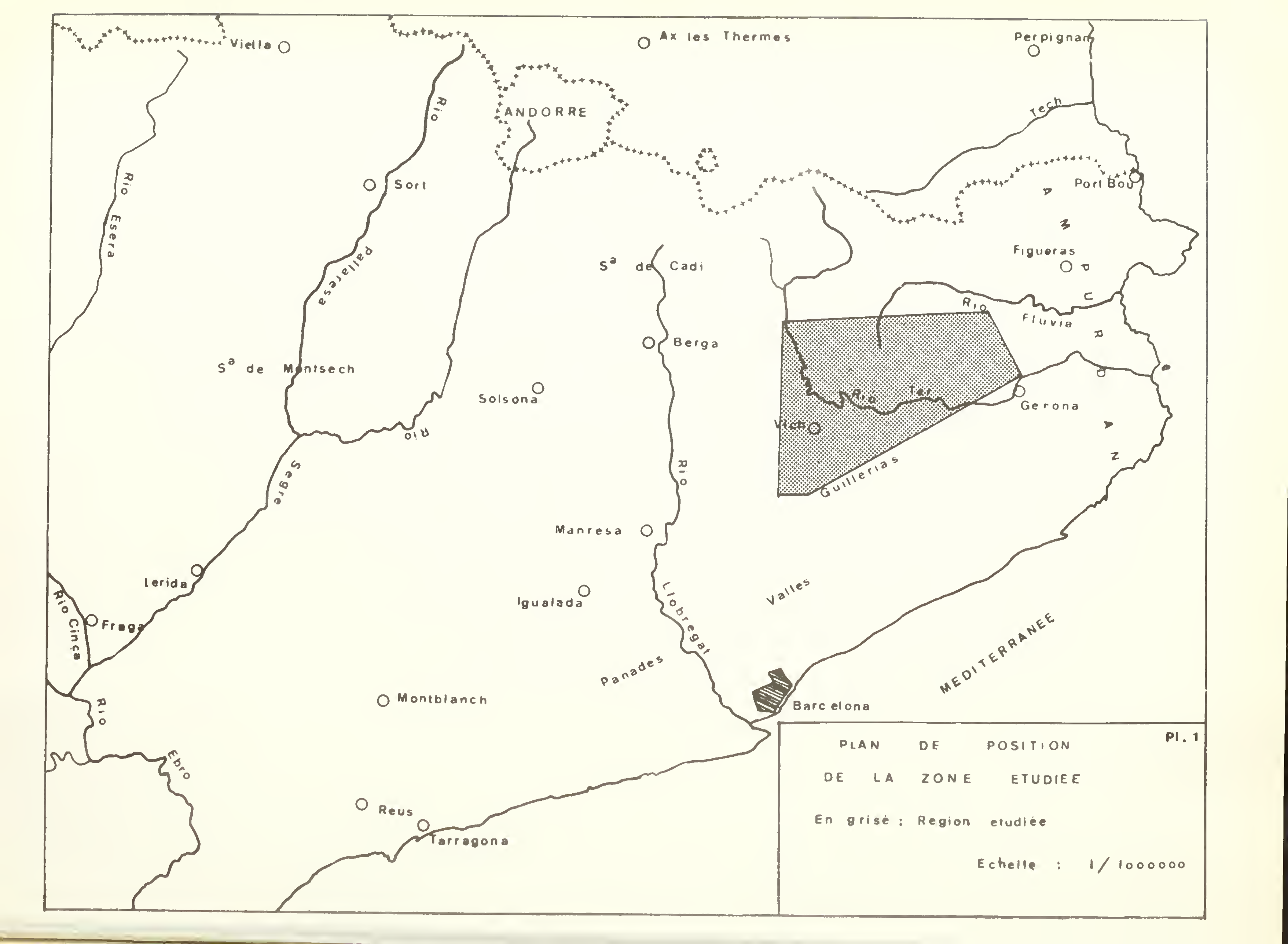
LA SÉDIMENTATION ÉOCÈNE ENTRE LA ZONE PRÉPYRÉNÉENNE ET LA CORDILLÈRE PRÉLITTORALE CATALANE

(Province de Gerona et de Barcelona - Espagne)

F. KROMM

Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX


Viella
Ax les Thermes
Perpignan
ANDORRE
Tech
Port Bou
Rio Esera
Rio
Sort
Pallaresa
Figueras
A M P U R D A N
Sa de Cadi
Rio Fluvia
Berga
Sa de Montsech
Solsona
Rio Ter
Gerona
Vich
Rio
Guillerias
Segre
Rio
Manresa
Lerida
Igualada
Llobregat
Valles
Rio Cinça
Fraga
MEDITERRANEE
Panades
Rio
Montblanch
Barcelona
Ebro
Reus
Tarragona
PLAN DE POSITION
DE LA ZONE ETUDIEE
En grisé : Region etudiée
Echelle : 1/ 1000000
Pl. 1

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 1

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 5 MARS 1966

La sédimentation éocène entre la zone Prépyrénéenne et la Cordillère Prélittorale Catalane (Province de Gerona et de Barcelona - Espagne)

par François KROMM

Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

I. - GÉNÉRALITÉS

Dans les provinces de Barcelone et de Gérone (voir Planche I) les formations éocènes constituent les zones monoclinales ou faiblement plissées de la plaine de Vich, des sierras de Finestras et de Rocacorba, et comprennent, au nord, les anticlinaux de Mieras et de Bellmunt. Cette série éocène a déjà fait l'objet des travaux d'Almera et, plus récemment, de Ashauer, Almela, Masachs, Hottinger. Ceux-ci ont décrit la succession stratigraphique suivante.

De bas en haut :

— Couches rouges de base : Paléocène, Yprésien, Lutétien inférieur.

— Calcaire à Nummulites : Lutétien inférieur.

— Marnes de Banolas : Lutétien moyen.

— Complexe détritique des macinios : Lutétien supérieur.

— Marnes de Manlleu : Lutétien supérieur - Bartonien.

— Couches rouges supérieures : Ludien à Oligocène.

Un lever de terrain au 1/50 000 des cartes N° 294, 295, 332, 364, effectué de 1961 à 1963, des coupes stratigraphiques avec mesures d'épaisseur au tachéomètre et les coupes des forages de l'ENPASA sur le permis de Vich, me permettent d'apporter des précisions sur l'extension et les variations latérales de ces formations éocènes. En voici le résumé.

II. - *ÉVOLUTION LITHOLOGIQUE DES FORMATIONS ÉOCÈNES*

1° *Les couches de base*, conglomératiques sur le pourtour de la chaîne catalane, deviennent finement détritiques à l'approche de la zone axiale pyrénéenne, puis franchement calcaires (calcaire à Alvéolines).

Durant cette période la subsidence est en général maximum en bordure de la chaîne prélittorale catalane et de la chaîne pyrénéenne et l'épaisseur de la formation décroit régulièrement en direction de l'extrémité Nord - Est de l'actuel bassin de l'Ebre (voir Planche 2). Sur le pourtour de la chaîne catalane, la sédimentation est nettement influencée par le rejeu des failles Nord - Ouest - Sud - Est du socle primaire catalan. Ceci est particulièrement net dans l'extrémité Sud de la région étudiée : zone de Seva-Centellas. A l'Est de la faille de Seva, l'épaisseur des couches rouges dépasse 400 mètres. A l'Ouest de cette faille, ces couches rouges ne dépassent pas quelques dizaines de mètres d'épaisseur, ou même sont inexistantes (dans la région de la route Vich-Barcelona). (Voir Planche 2).

2° *Les calcaires à Nummulites* grossièrement gréseux le long de la cordillère prélittorale catalane, passent latéralement à des couches rouges conglomératiques sur la bordure Est de la plaine de Vich (région de Tavertet). Le passage latéral se fait par l'intermédiaire de couches argilo gréseuses à Velates Schmideli. Les indentations de faciès marins et continentaux sont visibles sur la coupe de la route de Vich à Sau.

Dans le Nord de la zone étudiée, cette formation est représentée par des calcaires fins, parfois oolithiques et souvent dolomitiques ; les éléments détritiques dans ces calcaires sont à peu près inexistants.

L'épaisseur de la formation subit peu de variations. Elle oscille toujours entre 100 et 200 mètres.

En résumé (voir Planche 3), durant le Lutétien inférieur, la subsidence est faible dans tout le secteur étudié et les faciès lithologiques s'ordonnent en bandes parallèles au socle hercynien catalan, les faciès les plus grossiers se trouvant en bordure de la cordillère prélittorale catalane.

3° *Les marnes de Bañolas*, attribuées au Lutétien moyen, ont une éaisseur maximum au nord des anticlinaux de Mieras et de Bellmunt. Cette épaisseur décroît rapidement en direction de la chaîne catalane et le biseau de cette formation est visible sur le bord Est de la chaîne catalane (région de Folgarolas). (Voir Planche 4).

4° *Avec le dépôt des maciños inférieurs et des couches rouges intermédiaires*, au Lutétien supérieur, la sédimentation devient grossièrement détritique, conglomératique, parfois, mais les zones de subsidences sont à peu près les mêmes que durant le dépôt des marnes de Bañolas : (Voir Planche 4). La subsidence est maximum sur l'emplacement actuel des anticlinaux de Mieras et de Bellmunt ; il y a biseautage très brutal de la formation quelques kilomètres au sud de ces deux anticlinaux. L'extrémité du biseau des maciños est marquée par des niveaux de calcaires gréseux à Alvéolines, visibles en particulier sur la route Vich Olot dans la région du Torrente de l'Om.

5° *Les maciños supérieurs* représentent la base de la transgression de l'Eocène supérieur. Du Nord au Sud, ils reposent successivement sur l'intercalation rouge des maciños, puis sur les maciños inférieurs, puis sur les marnes de Bañolas, le calcaire à Nummulites et, enfin les couches rouges inférieures.

6° *Les Marnes de Vich* correspondent au maximum de la transgression de l'Eocène supérieur. Ces marnes reposent, soit sur les maciños supérieurs, soit sur les couches rouges de base, soit sur les dolomies du Muschelkalk (région de Centellas).

A cette transgression marine sur la chaîne catalane, pendant le dépôt des maciños supérieurs et des marnes de Vich, correspondent des faciès rouges, conglomératiques dans le nord de la zone étudiée et sur la bordure Sud des Pyrénées catalanes (voir Planche 6). J'ai déjà pu observer le passage des faciès argilogréseux à Nummulites à des couches conglomératiques en deux points : à Llayès et Llendrich, aux extrémités Est et Ouest de la Sierra de Milany, où les indentations de faciès argileux à nummulites et de couches azoïques sont particulièrement nettes. En même temps que ce passage de faciès, se produit une rapide diminution d'épaisseur des dépôts : 1 500 mètres au Nord de l'Anticlinal de San Quirico, 400 environ dans la région de Milany.

III. - *CONCLUSIONS*

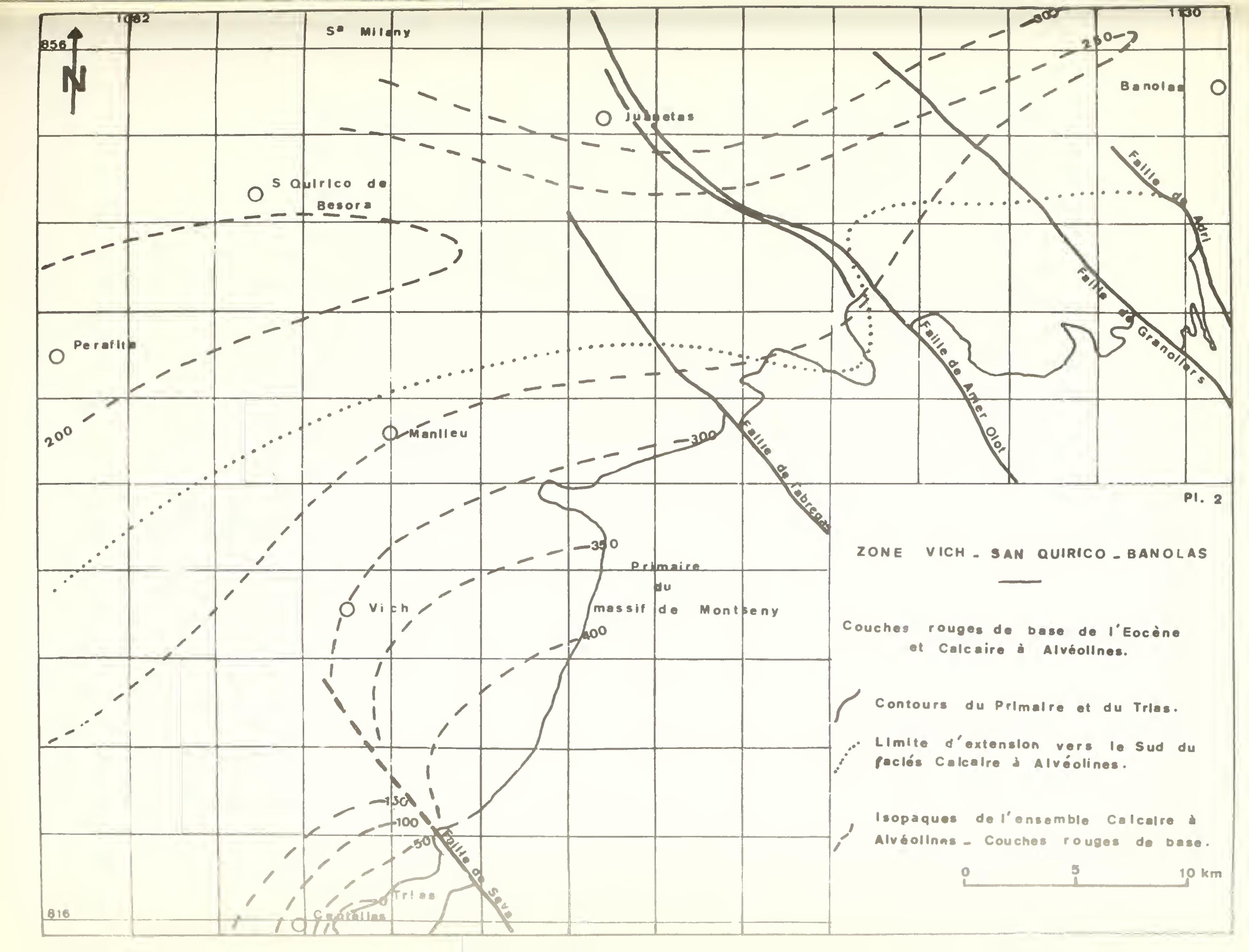
— Avant le dépôt des marnes de Bañolas, c'est-à dire jusqu'au Lutétien moyen, les faciès marins francs se trouvent localisés le long des Pyrénées catalanes. Au Sud de ce golfe, la chaîne catalane émergée est le siège d'une érosion active.

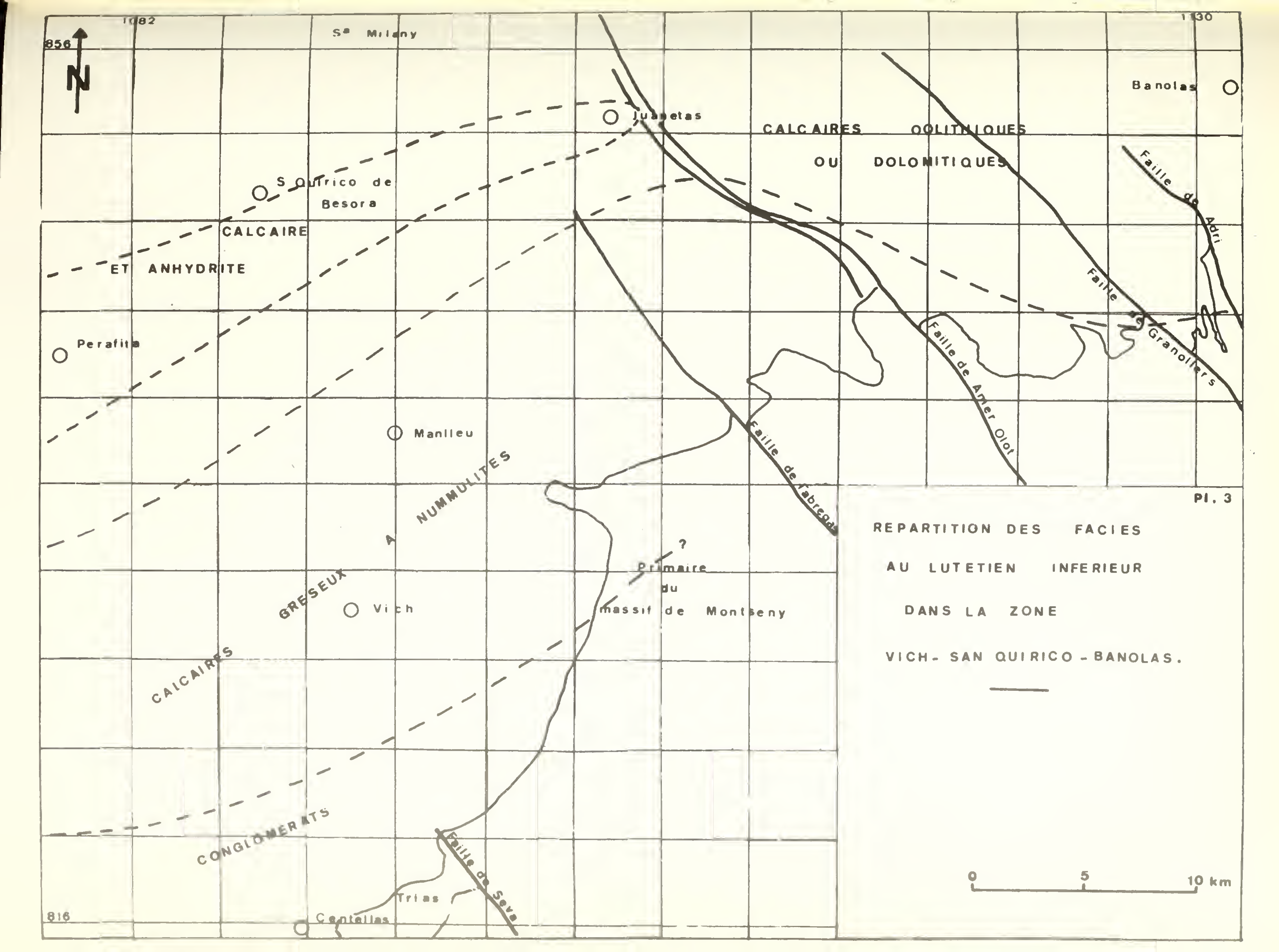
— A partir du Lutétien moyen se produit le phénomène inverse : le matériel détritique vient de la chaîne pyrénéenne. La subsidence se déplace du Nord au Sud de même que les faciès marins : pendant le dépôt des marnes de Bañolas, la subsidence est maximum le long des Pyrénées tandis que les maciños, plus tardifs ont une puissance maximum sur l'emplacement des anticlinaux de Mieras et de Bellmunt. Enfin, au Bartonien, les sédiments marins se trouvent uniquement le long de la chaîne catalane alors que ne se déposent que des couches rouges conglomératiques sur le domaine pyrénéen.

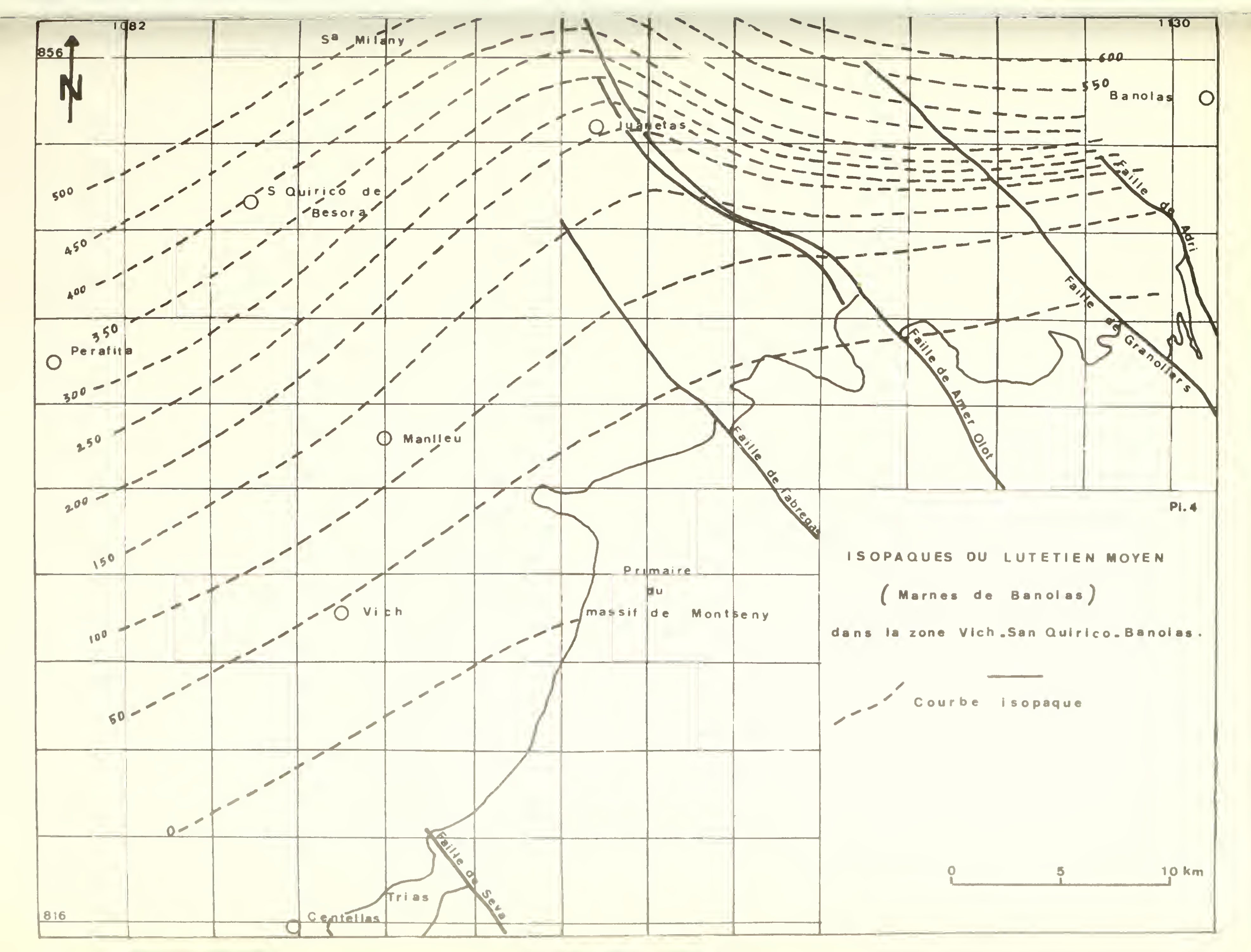
— Ce schéma de la transgression de l'Eocène Supérieur, dans la plaine de Vich, semble pouvoir être appliqué à tout le flanc Ouest de la chaîne catalane. Il permettrait, notamment de mieux comprendre la position paléogéographique de la région développée au sud de Montserrat et à travers la plaine d'Igualada où les premiers niveaux marins contiennent une microfaune du Lutétien tout à fait supérieur. (Biarritzien de Hottinger et Schaub).

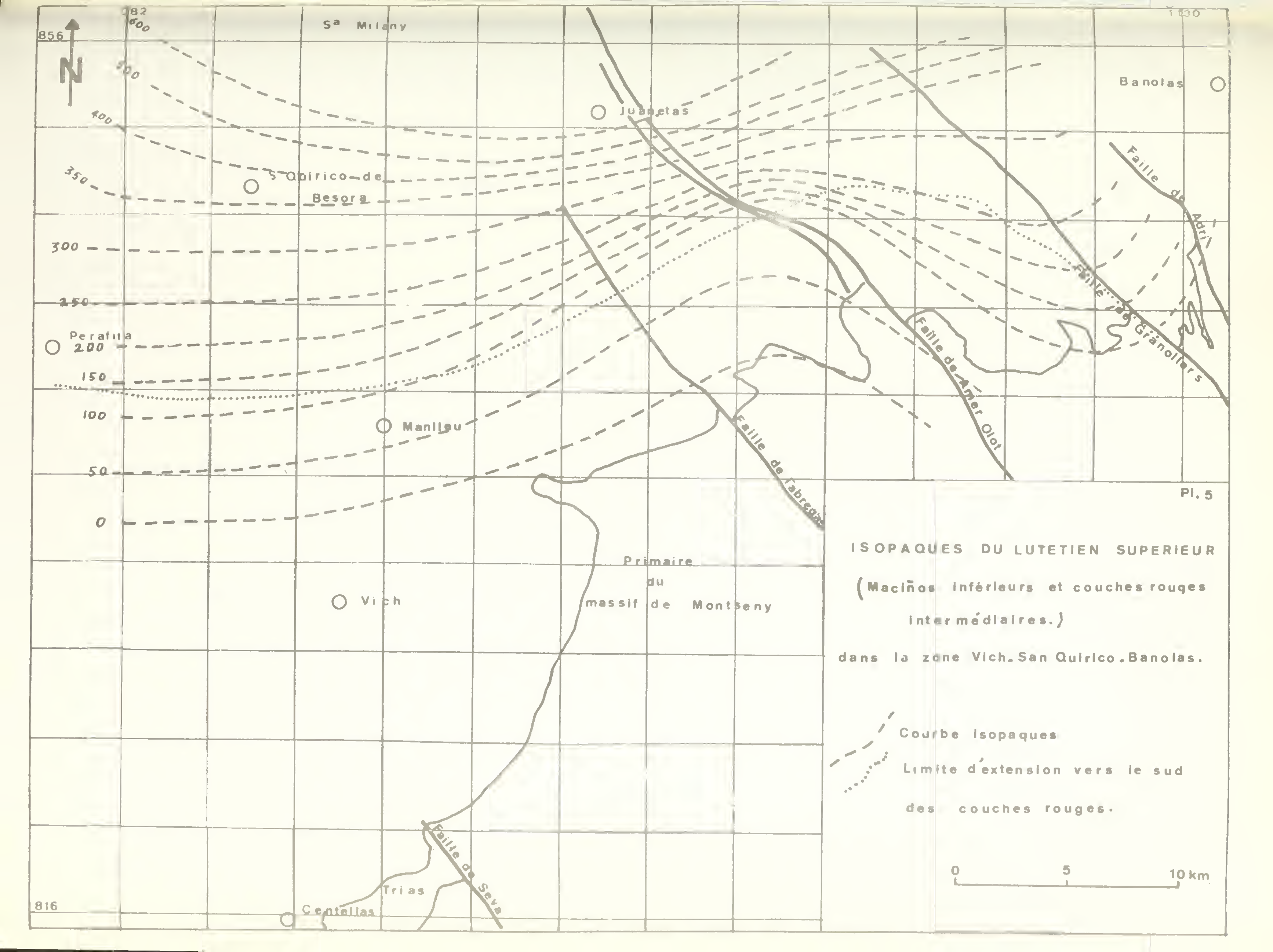
ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 18 JUILLET 1966
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX

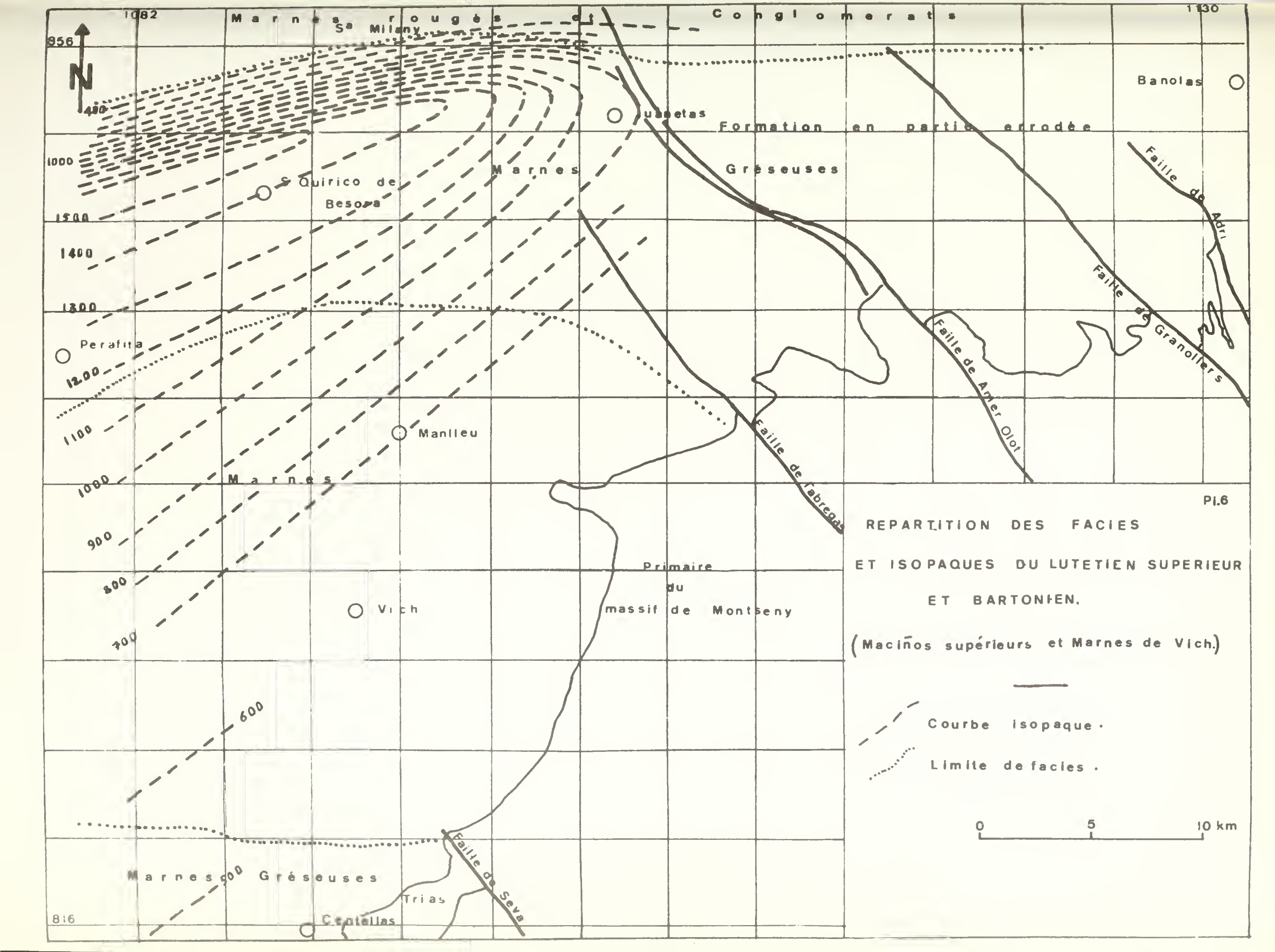
Dépôt légal 3ᵉ trimestre 1966


1082
1130
856
816
N
Sª Milany
Juanetas
Banolas
S Quirico de Besora
Perafita
Manlleu
Vich
Centellas
Trias
Primaire du massif de Montseny
Faille de Adri
Faille de Granollers
Faille de Amer Olot
Faille de Fabregas
Faille de Seva
200
250
300
350
400
150
100
50
Pl. 2
ZONE VICH - SAN QUIRICO - BANOLAS
Couches rouges de base de l'Eocène et Calcaire à Alvéolines.
Contours du Primaire et du Trias.
Limite d'extension vers le Sud du faciés Calcaire à Alvéolines.
Isopaques de l'ensemble Calcaire à Alvéolines - Couches rouges de base.
0
5
10 km


Pl. 3
REPARTITION DES FACIES
AU LUTETIEN INFERIEUR
DANS LA ZONE
VICH- SAN QUIRICO - BANOLAS.
1082
1130
856
816
N
Sa Milany
Banolas
Juanetas
S Quirico de Besora
Perafita
Manlleu
Vich
Centellas
CALCAIRES OOLITHIQUES OU DOLOMITIQUES
CALCAIRE ET ANHYDRITE
CALCAIRES GRESEUX A NUMMULITES
CONGLOMERATS
Primaire du massif de Montseny
?
Trias
Faille de Adri
Faille de Granollers
Faille de Amer Olot
Faille de Fabregas
Faille de Seva
0
5
10 km


1082
1130
856
816
N
Sa Milany
600
550
Banolas
Juanetas
S Quirico de Besora
Perafita
Manlleu
Vich
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Faille de Adri
Faille de Granollers
Faille de Amer Olot
Faille de Fabregas
Faille de Seva
Primaire du massif de Montseny
Trias
Centellas
Pl. 4
ISOPAQUES DU LUTETIEN MOYEN
(Marnes de Banolas)
dans la zone Vich_San Quirico_Banolas.
Courbe isopaque
0
5
10 km


Pl. 5
ISOPAQUES DU LUTETIEN SUPERIEUR
(Maciños inférieurs et couches rouges intermédiaires.)
dans la zone Vich. San Quirico. Banolas.
Courbe Isopaques
Limite d'extension vers le sud des couches rouges.
0
5
10 km
856
816
Sa Milany
Banolas
Juanetas
S. Quirico de Besora
Perafita
Manlleu
Vich
Centellas
Trias
Primaire du massif de Montseny
Faille de Adri
Faille de Granollers
Faille de Amer Olot
Faille de Tabregas
Faille de Seva
600
500
400
350
300
250
200
150
100
50
0


Pl.6
REPARTITION DES FACIES
ET ISOPAQUES DU LUTETIEN SUPERIEUR
ET BARTONIEN.
(Maciños supérieurs et Marnes de Vich.)
Courbe isopaque.
Limite de facies.
0
5
10 km
1082
1130
856
816
N
Marnes rougés et Conglomerats
Sa Milany
Banolas
Formation en partie errodée
Gréseuses
Marnes
S Quirico de Besora
Perafita
Manlleu
Vich
Primaire du massif de Montseny
Marnes Gréseuses
Trias
Centellas
Faille de Adri
Faille de Granollers
Faille de Amer Olot
Faille de Fabregas
Faille de Seva
1000
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500

TOME 103 1966 Série B - N° 2

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

DÉCOUVERTE D'UN BIFACE DANS UNE TERRASSE FLUVIATILE à BÈGLES (Gironde)

J.-Ph. RIGAUD
Laboratoire de préhistoire
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 2

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 5 MARS 1966

Découverte d'un biface dans une terrasse fluviatile à Bègles (Gironde)

J.-Ph. RIGAUD

Laboratoire de préhistoire
Faculté des Sciences de Bordeaux

Nous avons pu étudier cette pièce grâce à la courtoisie de M. S. Boyrie, qui a bien voulu nous la confier, et nous préciser les circonstances et le lieu de sa découverte.

Ce biface provient de BEGLES, non loin de la Garonne, où des travaux de terrassement montrent la coupe suivante, de haut en bas :

— Terre végétale, 0,50 m.

— Graviers fluviatiles roux.

La pièce se trouvait dans les graviers roux, à 1,50 m de la surface du sol. La carte géologique désigne cette formation fluviatile comme étant la terrasse de 5-6 m.

L'usure subie par cette pièce ne parvient pas à dissimuler l'allure primitive de l'outil, en effet, les surfaces patinées de couleur jaune brillant permettent d'en reconstituer la forme initiale. La longueur ne semble pas avoir dépassé de plus de 1 cm la longueur actuelle, et les largeurs ne paraissent pas avoir varié. Aussi pouvons-nous considérer la forme que nous constatons aujourd'hui comme semblable à la forme primitive.

Il s'agit d'un biface lancéolé (fréquent dans l'Ancheuléen moyen) (*). Les bords de la pointe sont relativement rectilignes, l'arête gauche étant légèrement sinueuse. La pointe semble avoir été particulièrement soignée quand on la compare à la base qui est globuleuse et irrégulière.

(*) Avec une tendance vers le type cordiforme allongé.

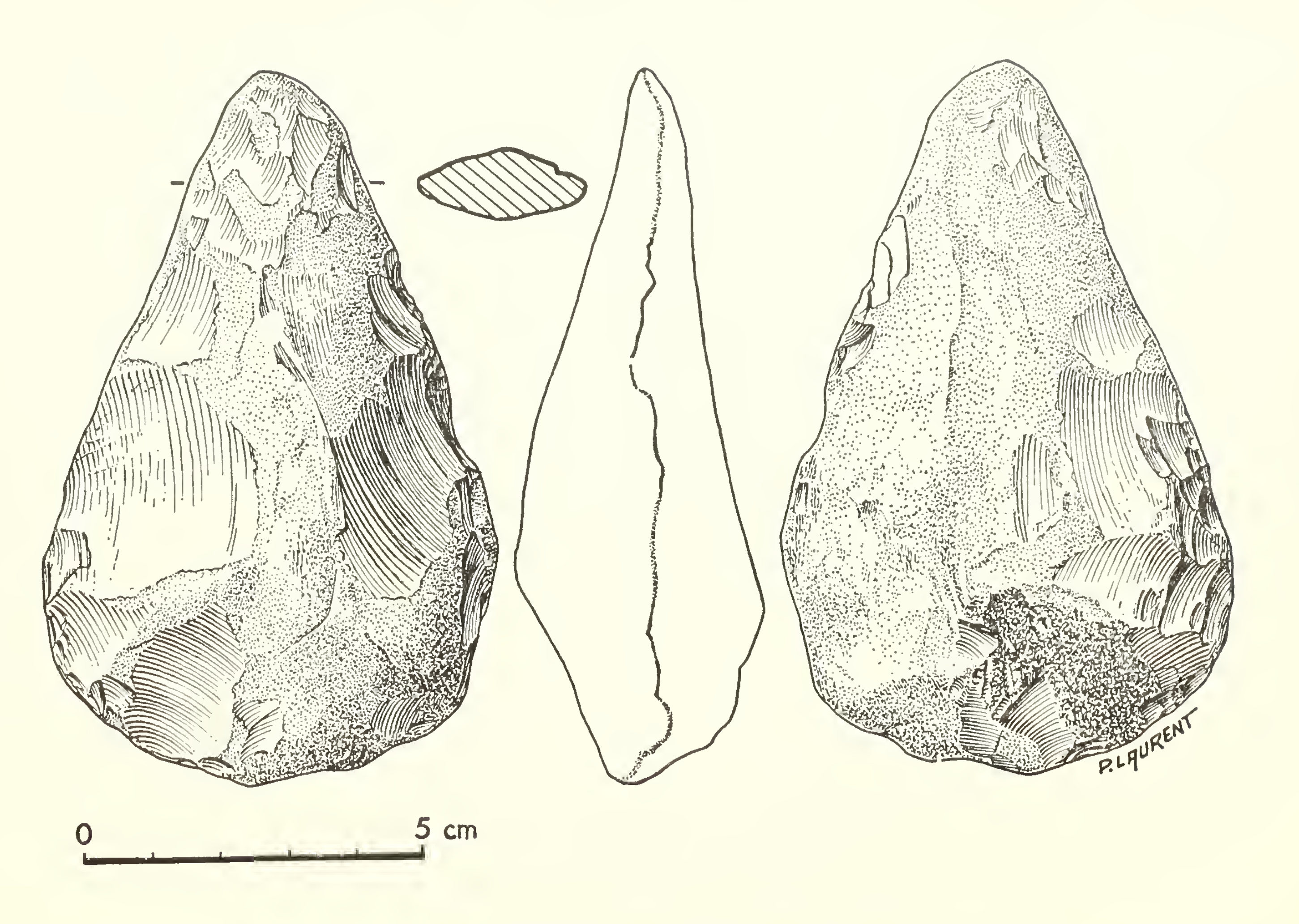


Fig. 1 - BÈGLES. - Biface provenant de la terrasse fluviatile (5-6 m)

Cet outil est très fortement patiné, mais lors des travaux de terrassement qui le mirent au jour, un malencontreux coup de pioche a provoqué un enlèvement qui fit apparaître le silex non altéré. C'est un silex gris jaunâtre, de grain assez fin, mais la faible surface ainsi mise à nu ne permet pas de préciser si la couleur et le grain sont uniformes dans toute la pièce. Le silex a subit une première altération importante qui a désilicifié la surface de cette pièce sur une épaisseur atteignant localement 1/2 mm.

Cette patine blanchâtre acquit en surface une seconde patine lustrée jaune orangé, que l'on désigne souvent par « patine des ballastières ».

Cette dernière nous permet de remarquer une légère usure de la surface primitive.

Par la suite cet outil fût à nouveau roulé, et les arêtes, ainsi que les parties saillantes, dégagées de la patine jaune orangé, ont laissé apparaître la patine blanchâtre (cacholong) sous-jacente.

Etant donné l'aspect roulé de la pièce et les deux patines superposées qu'elle porte, nous pensons pouvoir avancer que cet outil a subit deux transports, certainement à faible distance, séparés par une intense période d'altération, expliquant ainsi sa présence dans une terrasse récente, probablement wurmienne. Malgré tout nous pouvons voir là une preuve de l'existence d'un acheuléen moyen dans la région bordelaise, industrie signalée uniquement, jusqu'à ce jour, dans des régions plus périphériques du département (La Réole et Saint-André-et-Appelles).

Nous remercions Monsieur P. LAURENT d'avoir bien voulu faire l'illustration de cette note.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 15 SEPTEMBRE 1966
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX

Depôt légal 3e trimestre 1966

TOME 103 1966 Série B - N° 3

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

APERÇU SUR LES FORMATIONS GRANITIQUES DE LA PROVINCE D'ORENSE

(Espagne)

A. FERRAGNE
Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 3
ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 7 MAI 1966

Aperçu sur les formations granitiques de la province d'Orense (Espagne)

par André FERRAGNE
Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Les formations granitiques sont très développées dans le Sud-Ouest de la Galice. Elles couvrent près des deux-tiers de la superficie de la province d'Orense. Ces granites ont des faciès très voisins (à deux micas, à biotite dominante) et leur position dans des zones migmatisées les a souvent fait confondre. Nous avons tenté d'établir une première classification dans la région comprise entre Orense, Ribadavia, Bande et Allariz, et de comparer les massifs granitiques à ceux du Nord de la Galice.

LES DIFFERENTS TYPES DE GRANITES

Quatre grande catégories de granites peuvent être reconnues dans la région étudiée, d'après leur gisement, leurs rapports avec l'encaissant et leurs caractères structuraux.

— Granites d'anatexie ;

— Granites migmatiques ;

— Granites syncinématiques ;

— Granites et microgranites intrusifs.

1°) Les granites d'anatexie

Ils constituent le massif elliptique allongé NW-SE, long de 3 km, large de 1,5 km, de la Veiga à l'E de Celanova. Ce massif apparaît au cœur et dans l'axe d'un grand pli anticlinal de direction NW-SE, plongeant assez fortement vers le NW et qui affecte la série cambro-silurienne de Celanova.

C'est à la terminaison nord-ouest du massif de la Veiga que l'on peut le mieux saisir les relations structurales et génétiques de ce granite avec les ectinites. Tout d'abord, le passage granites-ectinites se fait graduellement par l'intermédiaire d'enveloppes successives d'anatexites et d'embréchites (épaisseur totale 700 m). Enfin, le granite est structuralement concordant avec ces enveloppes de migmatites et d'ectinites. Par ailleurs, ce massif est bordé à son extrémité sud-est par des formations extrêmement importantes de granite migmatique.

Au point de vue macroscopique, il s'agit d'un granite à deux micas, à grain moyen, assez homogène, montrant parfois une texture nébulitique marquée par des traînées plus ou moins importantes ou des mouchetures de biotite.

L'étude microscopique montre la composition suivante : quartz, feldspath potassique quadrillé ou finement perthitique, oligoclase - andésine (An 30), biotite, muscovite peu abondante, apatite, zircon.

Pour nous (FERRAGNE 1966), le granite d'anatexie de la Veiga représente le terme ultime d'une migmatisation *in situ* qui se serait développée aux dépens d'ectinites d'âge infracambrien dans des conditions physiques particulières (haute température et basse pression), avant la phase tectonique responsable des grands plis nord-ouest-sud-est.

2°) Les granites migmatiques

Ils forment de vastes affleurements qui s'étendent entre Celanova et Bande. Ce sont des granites à deux micas, très hétérogènes, renfermant de nombreuses restites de micaschiste, de gneiss, parfois d'amphibolite et des filons de pegmatites (à muscovite, biotite, tourmaline, béryl).

Ils se sont développés aux dépens des schistes cristallins ou des migmatites précédemment constituées. Cette deuxième migmatisation a, en effet, atteint des niveaux élevés dans la série de Celanova, niveaux différents selon les régions. Des vestiges des formations originelles ainsi migmatisées subsistent parfois et se rencontrent au sein des granites migmatiques (panneaux de micachistes, d'embréchites). Par ailleurs, le passage granite migmatique-ectinites est toujours rapide : l'auréole de migmatites (diadysites) est réduite à quelques mètres ou quelques dizaines de mètres. Ces particularités permettent de voir que cette seconde migmatisation recoupe les grandes structures formées par les ectinites et les migmatites anciennes (plis en V). Il est donc probable qu'elle s'est développée pendant ou juste après la phase tectonique, à la faveur des nouvelles conditions physiques ainsi créées. L'étude des paragénèses minérales confirme l'individualité des deux phases de migmatisation (FERRAGNE, 1966).

Les minéraux constituant ces granites sont les suivants :

Quartz, microcline quadrillé, oligoclase (An 22), muscovite, biotite, sillimanite, cordiérite peu abondante, apatite, zircon.

3°) Les granites syncinématiques

Ils constituent un troisième type de granite à deux micas et apparaissent sous forme de corps allongés selon les directions d'axe des grands plis de la région (NW-SE).

Ils forment des massifs de taille variable. Celui d'Allariz, à l'Est de Celanova, couvre une superficie de plus de 50 km^2. Plus modeste, le massif de Picouto, à l'Ouest de Celanova, s'étend sur 6 km de long et 2 km de large. Divers autres massifs, au Nord de Ribadavia et d'Orense, ainsi que des petits pointements disséminés dans les ectinites, appartiennent à cette catégorie.

Ce sont des granites assez homogènes, à grain moyen ou fin, rarement porphyriques, à deux micas. Leur texture est généralement équante, mais on y rencontre assez souvent des textures planaires dues à des muscovites orientées ou, dans des zones à tendance microgrenue, à des phénocristaux de feldspaths potassiques orientés.

Leur composition minéralogique moyenne est la suivante : quartz, microcline, andésine (An 26), biotite, muscovite.

Leurs contacts avec les formations encaissantes sont toujours brutaux et on n'observe aucun phénomène de migmatisation. Les panneaux de micachistes emballés dans ces granites sont seulement affectés par un métamorphisme de contact.

Lorsque ces granites se trouvent au sein des ectinites (massif de Picouto, par exemple), on peut faire plusieurs constatations. Tout d'abord, le granite est situé dans une structure anticlinale et ses épontes sont concordantes avec la foliation des schistes cristallins. Ensuite, au voisinage des contacts, il existe souvent des sills granitiques interstratifiés, parfaitement concordants avec les ectinites. Enfin, les textures planaires du granite sont parallèles aux plans axiaux des grands plis des ectinites (plans de direction NW-SE et plongeant vers le SW).

L'ensemble de ces caractères permet de considérer ces granites à deux micas comme syntectoniques.

Quant à l'origine de ces granites, on doit remarquer que leurs terminaisons sud-est sont situées et

s'ennoient dans la zone des granites migmatiques. Etant donné par ailleurs que ces massifs sont localisés dans des grandes structures anticlinales plongeant fortement vers le Nord-Ouest, on peut admettre que ces terminaisons sud-est correspondent aux parties les plus profondes des massifs. Il est alors possible d'émettre l'hypothèse suivante : les granites syntectoniques sont des granites palingénétiques provenant de la régénération d'une partie des granites migmatiques. Ce matériel granitique mobilisé durant la deuxième phase de migmatisation a pu, à la faveur de plissements, se mettre en place dans les ectinites. Cette hypothèse semble confirmée par l'identité des paragénèses minérales dans les granites migmatiques et dans les cornéennes des granites syntectoniques.

4°) Les granites et microgranites à biotite

Ils apparaissent sous forme de massifs circonscrits, plus ou moins circulaires.

Les granites constituent les deux grands massifs de Ribadavia et d'Orense, bordés de quelques petits massifs satellites. Ce sont des roches grenues porphyroïdes, à feldspaths potassiques de grande taille.

Au point de vue minéralogique, ils sont constitués de quartz, microcline quadrillé et perthitique, oligoclase (An 23), biotite abondante, muscovite rare.

Les microgranites forment, eux, les massifs de Sande (au Sud-Est de Ribadavia), de Trellerma (à l'Ouest d'Orense) et de nombreux petits pointements disséminés tant dans les ectinites que dans les granites à deux micas. Ils montrent une structure microgrenue porphyrique classique. Leur composition minéralogique est identique à celle des granites.

Ces granites et ces microgranites recoupent à l'emporte-pièce les formations encaissantes : granites d'anatexie, migmatiques et syntectoniques, migmatites et schistes cristallins. Au contact, ces derniers ont souvent été transformés en cornéenne à cordiérite.

Enfin, on peut noter, dans les granites, l'existence de faciès de bordure microgrenus (massif d'Orense, de Merouzo). Dans ce cas, on peut constater que le microgranite de bordure est identique à celui des massifs et des pointements. On peut penser que ces derniers correspondent à des parties sommitales de dômes granitiques plus profonds.

COMPARAISON AVEC LES GRANITES DU NORD DE LA GALICE. - AGE

S'il est possible, sur le terrain, d'établir une chronologie relative des différents massifs, il est difficile, en l'absence de mesures d'âge absolu, de dater l'élaboration et la mise en place de ces formations. Cependant, une comparaison avec les granites de la province de Lugo (CAPDEVILA et VIALETTE, 1965) permet de donner une idée approximative de l'âge des granites de la province d'Orense.

Les granites à biotite de Ribadavia et d'Orense sont pétrographiquement et structuralement comparables au granite circonscrit de Lugo-Castroverde dont l'âge est de 276 $\pm$ 10 M.A. (Stéphanien supérieur).

Le granite d'anatexie de La Veiga parait analogue à celui de Guitiriz. Tous deux se sont développés *in situ* dans des formations très anciennes (Infracambrien ou Cambrien) et se trouvent en concordance avec les grandes structures anticlinales des séries encaissantes. L'âge du granite de Guitiriz est de 301 $\pm$ 8 M.A.

Ces comparaisons permettent de penser que les granites de la province d'Orense, au moins dans la région étudiée, appartiennent tous au cycle hercynien.

CONCLUSION

Cette première étude a permis de reconnaître dans la p ovince d'Orense l'existence de quatre générations de granites. Les granites d'anatexie, type La Veiga, à deux micas, sont les plus anciens.

Concordants et bordés d'une large auréole migmatique, ils se sont développés *in situ*, dans des formations anciennes, avant la phase tectonique qui a donné les grands plis NW-SE de la série de Celanova. Les granites migmatiques (Bande), à deux micas, très hétérogènes, sont dépourvus d'enveloppe de migmatites. Ils se sont constitués aux dépens des formations existantes (granites, migmatites, ectinites) et recoupent les grandes structures. Les granites syncinématiques en lentilles (Picouto) ou en coupoles (Allariz) proviendraient d'une partie du matériel des granites migmatiques, matériel mobilisé, puis injecté dans la superstructure au cours de la grande phase de plissement. Enfin, des massifs granitiques, localement microgranitiques, se sont mis en place un peu partout, tant au sein des granites plus anciens que des ectinites.

Toutes ces formations se seraient mises en place pendant le cycle hercynien.

BIBLIOGRAPHIE

CAPDEVILA R. et VIALETTE Y. (1965). — Premières mesures d'âge absolu effectuées par la méthode au strontium sur des granites et micaschistes de la province de Lugo (Nord-Ouest de l'Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris,* t. 260, p. 5081-5083.

FERRAGNE A. (1966). — Sur l'existence d'une série volcano-détritique silurienne au Nord de Celanova (Province d'Orense, Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris,* t. 262, p. 832-834.

FERRAGNE A. (1966). — Sur les conditions du métamorphisme et de la migmatisation de la série de Celanova (Province d'Orense, Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris* (sous presse).

PARGA-PONDAL I. (1956). — Nota explicativa del mapa geológico de la parte N.O. de la provincia de la Coruña. *Leid. Geol. Meded.,* 21, pp. 467-484.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 25 JUILLET 1966
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX

Dépôt légal 3e trimestre 1966

TOME 103 1966 Série B - N° 4

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

ETUDE DES PORPHYROÏDES DE LA SÉRIE DE CELANOVA

(Province d'Orense - Espagne)

A. FERRAGNE
Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 4
ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 7 MAI 1966

Etude des Porphyroïdes de la série de Celanova (Province d'Orense - Espagne)

par André FERRAGNE
Laboratoire de Géologie dynamiqne
Faculté des Sciences de Bordeaux

On distingue habituellement, en Galice, deux domaines géologiques, l'un oriental, l'autre occidental. Le premier (Galice « sédimentaire ») est constitué par des séries sédimentaires lithologiquement assez bien différenciées, peu métamorphisées, d'âge infracambrien, cambrien et silurien. Elles renferment des fossiles permettant une datation relativement précise. Le second domaine (Galice « cristalline ») est encore assez mal connue par suite de son caractère plus métamorphique et de sa plus grande complexité. Si un complexe ancien antécambrien (PARGA-PONDAL, 1956) a pu y être individualisé, le reste du domaine restait mal daté. Néanmoins, nous avons pu établir l'âge cambro-silurien d'une série de schistes cristallins — la série de Celanova (FERRAGNE, 1966) — située dans la province d'Orense, entre Celanova et Orense, en pleine Galice « cristalline ». Cette série renferme, entre autre, différentes formations de porphyroïdes, provenant de vulcanites acides, qui constituent de bons niveaux repères. Nous nous proposons de dégager ici quelques caractères pétrographiques et stratigraphiques de ces roches à affinités à la fois volcaniques et détritiques.

La série de Celanova renferme deux niveaux de porphyroïdes, le premier, d'âge probablement cambrien, le second, d'âge caradocien. Le premier n'est visible que dans le cœur d'un anticlinal de direction NW-SE, plongeant assez fortement vers le Nord-Ouest. Le second affleure de manière continue, soulignant les grandes structures des schistes cristallins dont il constitue un précieux niveau repère.

1°) Faciès macroscopiques des porphyroïdes

Après J. DE LAPPARENT (1909), nous appelons porphyroïdes « des roches schisteuses à texture porphyrique contenant des cristaux de quartz et de feldspath ».

Dans la série de Celanova, il s'agit, le plus souvent, de roches schisteuses à grain fin, vert très clair, presque blanches, d'aspect lustré et qui se présentent sous différents faciès.

Certains renferment de gros cristaux de quartz globulaires bleus atteignant 1 cm., de feldspaths de 1 à 2 cm. parfois très étirés. Ces faciès grossiers,

de teinte générale assez sombre, sont relativement peu abondants et localisés à la base du niveau silurien, en quelques points seulement (pont de Santa Baya, Ella de Abajo).

D'autres, les plus abondants, sont formés par des yeux de quelques millimètres de diamètre de quartz, plus rarement de feldspath, emballés dans un matériel fin, lité, de quartz et de muscovite. Dans certains cas, ils ne contiennent que des yeux de quartz et sont riches en petits lits quartzeux.

D'autres, enfin, ne méritent pas l'appellation de porphyroïdes, mais se trouvent étroitement associés aux précédents. Ils en dérivent par diminution de la taille et disparition des yeux et se présentent alors comme des schistes clairs, d'aspect soyeux. Tous les termes de passage entre les types que nous venons de décrire existent, mais le faciès le plus largement représenté est le second.

Si les faciès franchement schisteux, dépourvus d'yeux se rencontrent un peu partout dans la formation silurienne où ils forment des passées d'épaisseur variable, la répartition des divers faciès au sein de la formation n'est cependant pas purement fortuite. En effet, on constate, d'une part, que les faciès grossiers sont cantonnés à la base, tandis que les faciès fins abondent au sommet, passant graduellement à des quartzites ou à des schistes, et, d'autre part, que vers le Nord et le Nord-Est, la taille des yeux diminue en même temps que l'épaisseur de la formation.

2°) Etude microscopique

Elle permet de préciser le contenu minéralogique ainsi que l'origine de ces roches (Figures 1 et 2).

Les yeux de quartz se présentent sous deux aspects. Les uns sont monocristallins avec des caractères volcaniques marqués (forme géométrique, golfe de corrosion, éclatement), rappelant les phénocristaux de quartz des laves acides. Ces cristaux ont une forte extinction roulante et sont souvent plus ou moins cassés, les cassures ayant été ultérieurement cicatrisées. Les autres sont constitués par des agrégats de cristaux dont les contours sont, selon les cas, visibles ou non en lumière naturelle. Ils se rencontrent surtout dans les porphyroïdes cambriennes. Il s'agit parfois de petits galets de quartzite, mais le plus souvent de quartz rhyolitiques complètement écrasés et recristallisés (on y reconnaît encore des golfes de corrosion ou des formes cristallines).

Les feldspaths, toujours moins abondants que les quartz, sont de deux types. Le microcline apparaît en phénocristaux corrodés, quadrillés, parfois mâclés Carlsbad, albitisés, souvent cassés. Dans les porphyroïdes cambriennes, il est écrasé et forme des lentilles ou des amas polycristallins, associés avec du quartz. Les plagioclases sont généralement plus petits. Ils sont complètement broyés et séricitisés dans le Cambrien, mieux conservés et déterminables dans le Silurien. Il s'agit alors d'albite (An 5 à 10).

Tous ces phénocristaux flottent dans un fond, soit très fin (Silurien), soit largement cristallisé (Cambrien), de quartz et de muscovite. Cette dernière, abondante et bien litée, détermine la foliation de la roche. La biotite est toujours relativement rare, même dans les porphyroïdes cambriennes qui ont pourtant été soumises aux conditions du faciès amphibolite à sillimanite et cordiérite. Ce fait reflète probablement une composition chimique initiale particulière. Les minéraux accessoires, peu abondants, sont le zircon, l'apatite et un minerai opaque.

3° Origine des porphyroïdes

Outre les caractères volcaniques des phénocristaux de quartz, l'étude microscopique permet de reconnaître dans certains faciès, particulièrement ceux riches en feldspaths, des structures reliques de roches effusives.

En effet, malgré la foliation prononcée, soulignée par la muscovite et les recristallisations orientées, on peut y déceler des structures microlitiques porphyriques résiduelles comparables à celles de rhyolites. Les phénocristaux ont été le plus souvent conservés tandis que la pâte microlitique a été remplacée par un feutrage lité de quartz et de muscovite, selon un processus voisin de celui de la séricitisation. Dans ce cas, quand la structure de la roche originelle est encore visible, on peut affirmer que la porphyroïde dérive d'une rhyolite.

En ce qui concerne les faciès franchement schisteux et les porphyroïdes ne contenant que des yeux de quartz, étant donné leur intime association, leur passage graduel aux porphyroïdes typiques et l'identité du matériel fin quartz-micacé constituant le fond de la roche, on peut raisonnablement penser qu'ils ont également une origine volcanique. Il pourrait s'agir d'anciennes cinérites (faciès schisteux), d'anciens tufs (porphyroïdes à yeux de quartz seuls) ayant recristallisé ultérieurement sous les effets du métamorphisme régional.

Les porphyroïdes de la série de Celanova sont donc d'anciens complexes volcaniques acides affectés par le métamorphisme régional dont les résultats ont été la recristallisation en quartz et muscovite des parties amorphes des vulcanites, l'apparition d'une foliation, la destruction plus ou moins complète des phénocristaux primitifs (quartz écrasés et recristallisés, feldspaths potassiques cassés, plagioclases broyés et séricitisés) et la transformation du feldspath potassique originel (orthose ?) en microcline.

4°) Gisement et variations latérales de faciès

L'étude du gisement, des variations latérales de faciès et des rapports avec les formations sous - et sus - jacentes des porphyroïdes permet de préciser les conditions de la génèse et de la mise en place des roches.

Les *porphyroïdes cambriennes* ont une extension trop réduite pour que l'on puisse tirer des conclusions générales. On peut noter cependant qu'elles sont encadrées par des formations micachisteuses et qu'elles passent latéralement à des leptynites représentant probablement un faciès originel plus gréseux, plus détritique. Le passage porphyroïdes-micaschistes est toujours progressif et il est probable que les vulcanites ont formé des coulées sous-marines et non des intrusions au sein de sédiments déjà consolidés.

Les *porphyroïdes siluriennes* se prêtent mieux à une étude détaillée du fait de leur large extension. On les retrouve d'une façon constante au sein de la série de Celanova et elles soulignent la structure, en bassin, de l' « île » de schistes cristallins d'Orense-Celanova enclavée dans des granites.

Leur épaisseur diminue fortement vers le Nord : elle passe de 500 m au Nord de Santa Baya à 15 à 20 m au Nord-Est de Gestosa (Figure 3). En ce dernier point, elles ne montrent plus que des yeux de 1 à 2 mm de diamètre, renferment des horizons centimétriques de quartzite et sont surmontées par un niveau conglomératique. Cette diminution d'épaisseur peut se suivre cartographiquement sur le bord oriental des schistes cristallins. Cela suggère un épanchement des vulcanites vers le Nord et le Nord-Est à partir d'un centre d'émission situé plus au Sud ou au Sud-Est (dans la région actuellement occupée par les granites migmatiques ?). Cette hypothèse semble confirmée par l'existence des faciès grossiers, situés à la base et dans la partie sud, qui pourraient indiquer la proximité du point d'émission du matériel effusif.

Par ailleurs, les porphyroïdes siluriennes sont encadrées par des formations gréseuses plus ou moins continues et par des schistes souvent graphiteux (Figure 3). Le contact avec ces formations est toujours graduel et il est probable que les vulcanites siluriennes se sont mises en place par épanchement sous la mer.

Enfin, la présence de formations gréseuses, voire conglomératiques, accompagnant ou surmontant les vulcanites caradociennes, pourraient être l'indice de mouvements épirogéniques contemporains (phase taconique ?).

5°) Comparaison avec les porphyroïdes de l'Ouest de la Péninsule Ibérique

En diverses régions de la Péninsule Ibérique des épisodes de volcanisme se sont déroulés, tant au Cambrien qu'au Silurien. Ainsi, dans la Sierra Morena, J.-P. Bard (1965), signale l'existence de tufs rhyolitiques, de rhyolites et de pyromérides dans le Cambrien moyen de la zone Zafra-Llenera, de coulées spilitiques et de tufs pyroclastiques (complexe d' « Umbria-Pipeta ») dans le Cambrien de la région Cumbres-Mayores-Canaveral.

Les porphyroïdes siluriennes signalées par A. Ribeiro et al. (1960), dans la région de Vilaflor sont identiques à ceux de la série de Celanova.

W. Riemer (1963), P. Matte (1964), I. Parga-Pondal et al. (1964) ont indiqué l'existence de tufs rhyolitiques siluriens en divers points de la Galice « sédimentaire ».

Enfin, la formation antésilurienne de l'« Ollo de Sapo » décrite par I. Parga-Pondal et al. (1964), dont la partie supérieure pourrait représenter en certains points le Cambrien inférieur ou moyen, renferme également des niveaux de vulcanites acides.

L'existence de phases de volcanisme au Cambrien inférieur ou moyen et à l'Ordovicien supérieur semble être un phénomène assez général.

En Galice, dans la province d'Orense, à ces époques, des laves acides se sont épanchées. Mais elles disparaissent vers le Nord et il n'est pas impossible qu'elles aient fait place à des laves basiques.

CONCLUSIONS

Les porphyroïdes cambriennes et siluriennes de la série de Celanova ont des caractères très voisins. Ce sont d'anciennes vulcanites acides (rhyolites, tufs rhyolitiques, cinérites), parfois associées à des roches détritiques (grès), affectées par un métamorphisme régional et qui ont recristallisé sous les conditions du faciès amphibolite, acquérant un faciès schisteux. Les formations siluriennes, les mieux représentées, montrent des variations verticales et latérales de faciès permettant de situer leur source au Sud ou au Sud-Est de Celanova. Elles passent, au Nord, en diminuant d'épaisseur, à des formations schisteuses et conglomératiques. Ces dernières correspondent peut-être à une période de mouvement épirogéniques ayant accompagné les manifestations volcaniques.

BIBLIOGRAPHIE

BARD J.-P. (1965). — Introduction à la géologie de la chaîne hercynienne dans la Sierra Morena occidentale (Espagne). — Hypothèses sur les caractères de l'évolution géotectonique de cette chaîne. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*. (2). vol. 7, fasc. 4, pp. 323-337.

BARD J.-P. (1965). — Sur la structure en coussins des volcanites basiques de la région de Cumbres-Mayores (Huelva, Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, (7). t. VII, pp. 80-84.

FERRAGNE A. (1966). — Sur l'existence d'une série volcano-détritique silurienne au Nord de Celanova (Province d'Orense, Espagne). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 262, pp. 823-834.

MATTE P. (1964). — Sur le volcanisme silurien du synclinal de Truchas (NW de l'Espagne). *C.R. som. Soc. Géol. France*, pp. 57-58.

PARGA-PONDAL I. (1956). — Nota explicativa del mapa geológico de la parte N.O. de la provincia de Coruña. *Leid. Geol. Meded.*. 21, pp. 467-484.

PARGA-PONTAL I., MATTE P. et CAPDEVILA R. (1964). — Introduction à la géologie de l'« Ollo de Sapo ». Formation porphyroïde antésilurienne du Nord-Ouest de l'Espagne. *Notas y Com. Inst. Geol. y Minero España*, 76, pp. 119-154.

RIBEIRO A., MATA C., RAMOS M. (1960). — O Ordovicico de Vilaflor e a linha de fractura da Vilariça. *Bol. Mus. Lab. Miner. Geol. Fac. Ciên. Lisboa*. vol. 8, fasc. 2, pp. 127-137.

RIEMER W. (1963). — Entwicklung des Paläozoikums in der südlichen Provinz Lugo (Spanien). *N. Jb. Geol. Paläont.*, Abh.. 117, pp. 273-285.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 25 JUILLET 1966
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX

Dépôt légal 3e trimestre 1966

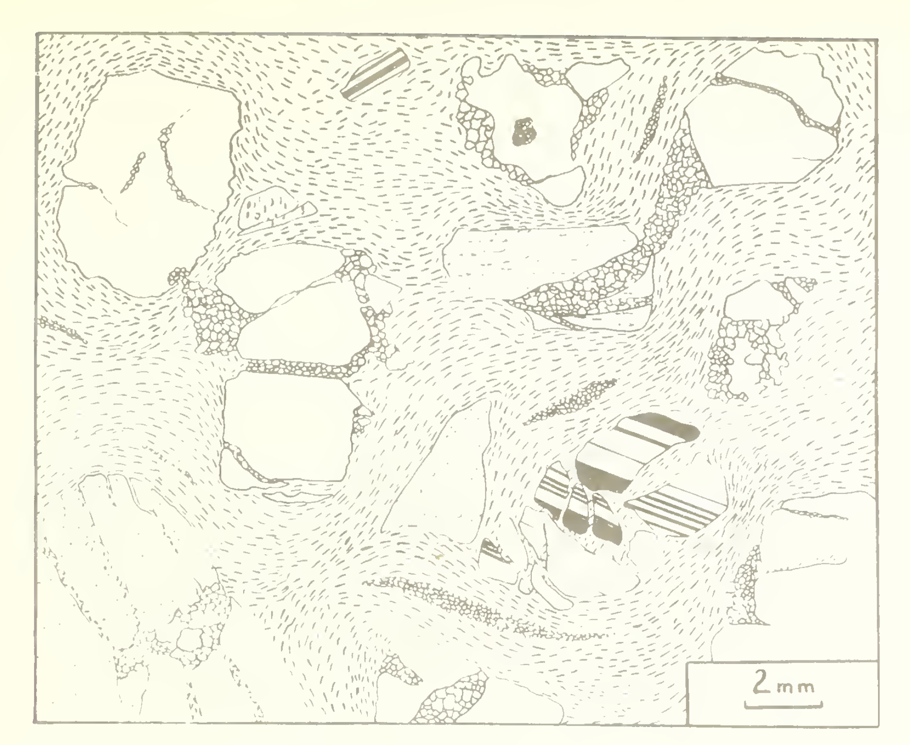


FIG. 1. Porphyroïdes siluriennes. Faciès normal à yeux de quartz et de feldspaths. (La Mesquita) (quartz en blanc, microcline en pointillé, plagioclase en rayé).
Le fond de la roche est constitué par un feutrage de quartz et de muscovite

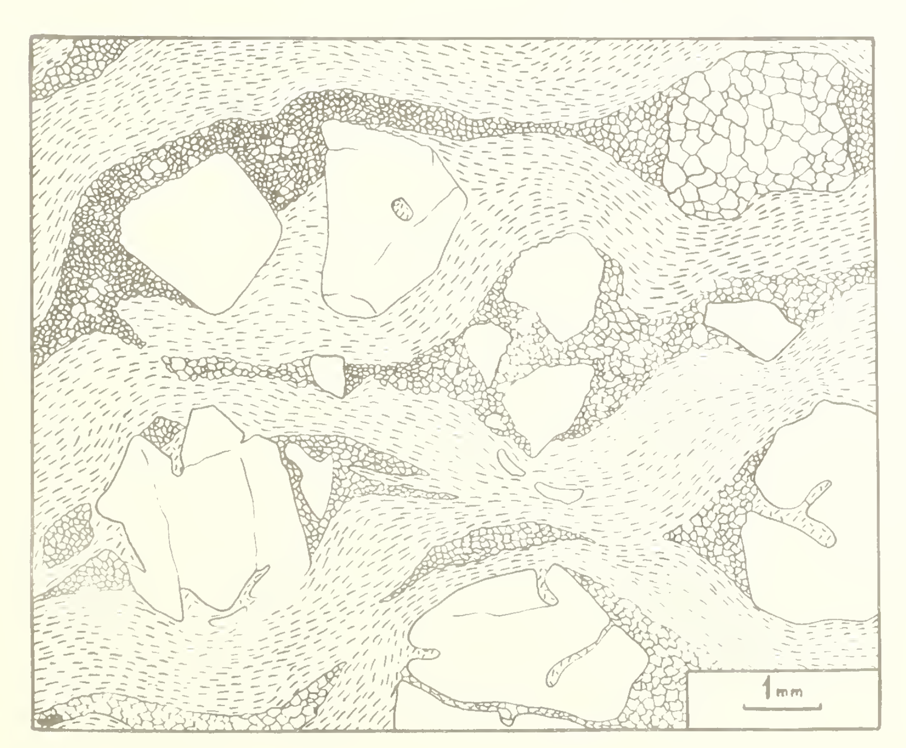


FIG 2. Porphyroïdes siluriennes. Faciès à yeux de quartz seuls (quartz rhyolitique et en agrégat) (P.K. 18 de la route Orense-Celanova).
Les yeux flottent dans un feutrage de quartz et de muscovite coupé de petits lits quartzeux.

SUD

NORD

Pont de Santa Baya

La Merca

Gestosa

100 m.

Schistes

Schistes graphiteux

Porphyroïdes

Quartzites

Conglomérats

FIG. 3. Variation d'épaisseur des porphyroïdes siluriennes

TOME 103 1966 Série B - N° 5

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

A propos d'un site acheuléen du Bergeracois (Les Pendus, commune de Creysse)

BIFACES-HACHEREAUX ET HACHEREAUX SUR ECLAT

Aperçu typologique

par J. et G. GUICHARD
Laboratoire de Préhistoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux

---

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

ABSTRACT

Les Pendus is a new open-air site which may be of Rissian Acheulean times. It is located on the top of a hill, near Bergerac (Dordogne), in the Cantalouette area, and it displays a flint industry of somewhat atypical bifaces, and cleavers on flake.

We propose a new way of classifying these « *bifaces-hachereaux* » based on a typological study of the tranchant. The « *bifaces-hachereaux* » distinctly predominate (20,16 %) followed in decreasing frequency of occurance by « *bifaces amygdaloïdes* » (11,28 %), « *bifaces à dos* » (10,47 %), « *bifaces à rostre aplani* » (8,06 %).

The Levallois index is very low. The « classical » flake tools seem more finished than the bifacial ones on the whole. The cleavers on flake are not negligible in number (12 out of 124 whole bifaces). We propose a new way to distinguish them from the « *bifaces-hachereaux* » even when the latter occur on a flake and we also propose to classify them according to their edge typology.

The question raised in connection with Cantalouette requires still more attention : Is this type of Acheulean not yet described in France to be linked with Meridional Acheulean ? What relation would there then be with the industry found at Torralba (Spain) by Professor Clark Howell ?

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 5

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SEANCE du 2 JUILLET 1966

A propos d'un site acheuléen du Bergeracois (Les Pendus, commune de Creysse)

Bifaces-hachereaux et hachereaux sur éclat

APERÇU TYPOLOGIQUE

par Jean et Geneviève GUICHARD
Laboratoire de Préhistoire
de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Dans une note précédente [7], nous avions décrit un faciès original de l'Acheuléen, celui de Cantalouette (Dordogne) caractérisé par : 1. L'« atypisme » d'une partie de l'outillage ; 2. La présence de hachereaux sur éclat. Nous avions conclu qu'il s'agissait d'une industrie différant de celle des terrasses et des loess du Nord de la France, de celle des terrasses ou des graviers de la Charente (1), de celle encore du Micoquien : « En définitive, l'ensemble n'est comparable à aucune autre série acheuléenne jusqu'ici décrite (2) » et, ajoutions-nous, évoquant plus précisément la présence de hachereaux sur éclat, « le problème se pose de savoir si l'on doit rattacher le faciès de Cantalouette à un Acheléen méridional (3) ». De nouvelles prospections et fouilles (4) nous ont permis de découvrir un autre site, par certains points similaire, et à propos duquel les questions que nous venons de rappeler se posent avec plus d'acuité.

Il s'agit d'un gisement de plateau, ne comportant qu'une seule couche, homogène, recouverte d'environ 1 m de limons. Situé dans la même région que Cantalouette, il domine la rive nord de la Dordogne, à la limite des commune de Saint-Sauveur-de-Biran et de Creysse, au lieu-dit Les Pendus. Le matériel présente un aspect plus ancien que celui de Cantalouette ; typologiquement, il évoque une industrie rissienne.

Dans ce travail préliminaire, nous nous attacherons à la définition de formes souvent ignorées (essentiellement de certains bifaces) qui devraient à elles seules permettre de reconnaître, éventuellement, ce faciès nouveau (5). En effet, *près du quart des bifaces ne peut entrer dans aucune des définitions jusqu'ici proposées.*

La présente étude porte sur l'ensemble du matériel bifacial recueilli, à savoir : 124 bifaces et bifaces-hachereaux (auxquels il faut ajouter 20 ébauches et fragments) ; 7 chopping-tools ; 12 hachereaux sur éclat. Par contre, nous n'examinerons ici succinctement, que quelques outils tels que racloirs, etc.

---

1. Cependant, certaines pièces assez semblables ont été signalées en Charente. *Cf.* CHAVAILLON (J.), *Quelques aspects typologiques...* [4] ; fig. 1, 3 et 4 notamment.

2. GUICHARD (J.), *Un faciès original...* [7], p. 462.

3. *Ibid.*, p. 437.

4. Subventionnées par la Commission des Fouilles.

5. Nous réservons à un ouvrage global sur le Paléolithique du Bergeracois l'analyse statistique complète, la description stratigraphique, etc. *Cf.* aussi GUICHARD (J.), *Note préliminaire...* [6].

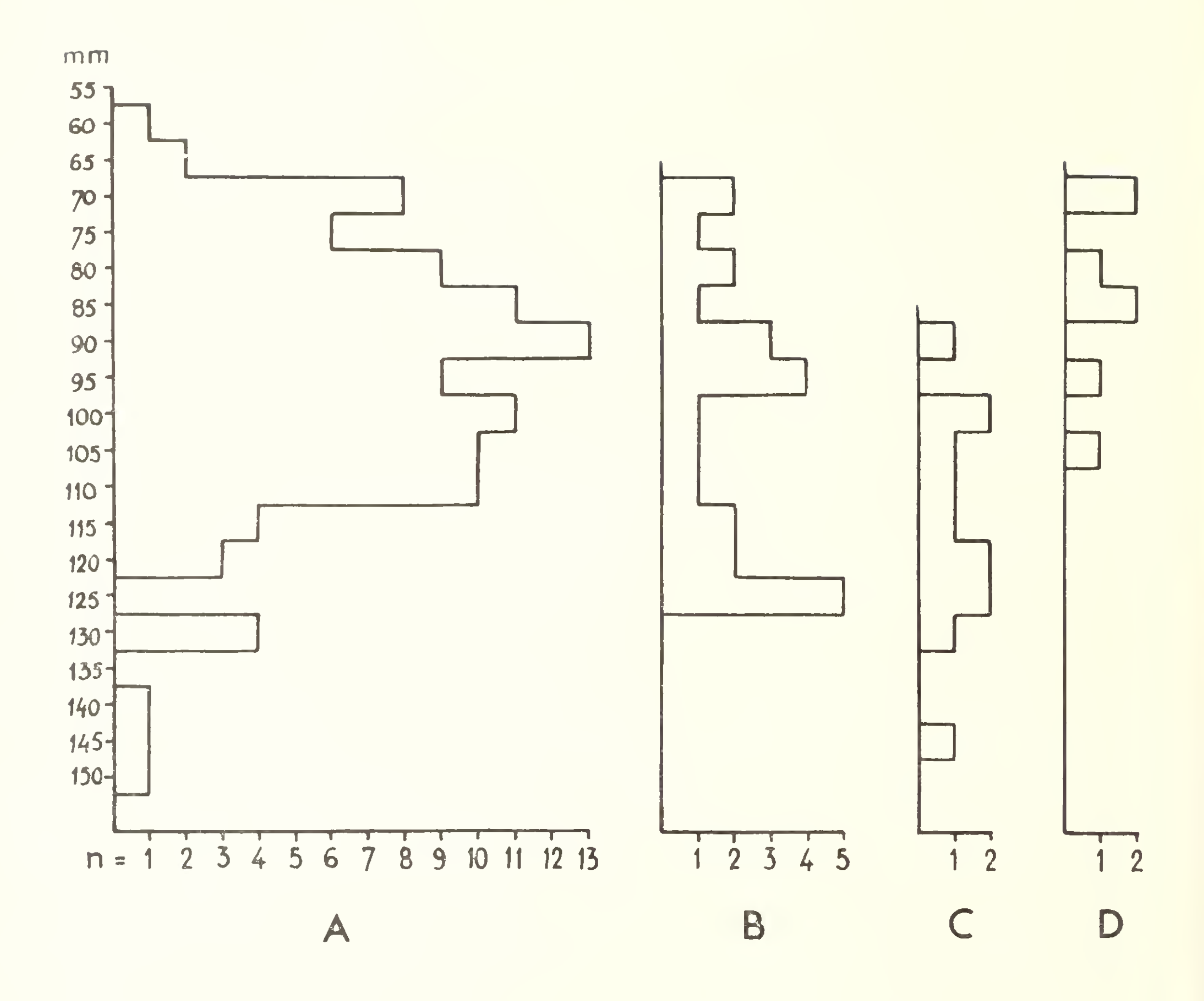


Fig. 1. — **LES PENDUS. REPARTITION, PAR LONGUEUR, DES PRINCIPALES PIECES BIFACIALES.**

(A : bifaces ; B : bifaces-hachereaux ; C : hachereaux sur éclat ; D : chopping-tools.)

LES PIÈCES BIFACES

I. — TECHNIQUE :

I. — Plus de la moitié des bifaces est taillée sur éclat.

En effet, dans 48,20 % des cas, l'éclat est indiscutable ; dans 11,28 % des cas il est extrêmement probable, les éclats de gel, nombreux dans l'ensemble du matériel, ont été fréquemment utilisés (16,12 %).

II. — Taille au percuteur dur.

L'épaisseur des conchoïdes et des ressauts, l'arête souvent très sinueuse des pièces, l'apparente violence des enlèvements, l'épaisseur et l'allure « archaïque » de beaucoup d'exemplaires, tout concourt à suggérer que presque tous ces bifaces ont été taillés au percuteur dur. La technique de régularisation des côtés semble avoir été pratiquement négligée. Tout au plus, dans quelques cas, a-t-elle été partiellement pratiquée, les retouches n'affectant alors qu'une faible portion d'une seule face de l'un des bords.

II. — ASPECT GENERAL :

I. — Ensemble de petite dimension.

En matière de typologie, chacun sait combien il est délicat d'utiliser des mesures de longueur et d'épaisseur. Il semble cependant qu'ici, à cause de la qualité exceptionnelle de la matière première abondante dans toute la région, ces critères soient plus significatifs. En effet, le silex zoné, caractéristique du Bergeracois, a donné dans des gisements voisins, mais à d'autres époques, des chefs-d'œuvre de la taille, notamment par la longueur des éclats ou de certaines lames qui peuvent dépasser 30 cm (1). Aux Pendus, il n'en est pas de même. Il ne semble pas que la matière première ait été choisie en fonction de la qualité du silex, qui est très variable : parfois excellente, elle est souvent médiocre. Certains éclats d'épannelage, conservant des plages importantes et très épaisses de cortex ont néanmoins été transformés en outils ; de même le cœur très dur de certains rognons, les éclats de gel, une sorte de chaille, etc., n'ont pas été négligés (2). Indifférence ou maladresse de l'ouvrier ? Difficulté de trouver les rognons sous une épaisse couverture végétale ou sédimentaire dont les traces ont maintenant disparu ? Volonté délibérée de tailler des objets courts ? En tout cas, la longueur des bifaces s'inscrit entre 60 et 120 mm pour atteindre, exceptionnellement, 150 mm. Nous en donnons la distribution dans la fig. 1.

Il est curieux de constater que les bifaces-hachereaux sont, en moyenne, légèrement plus longs, sans égaler toutefois, la taille des hachereaux sur éclat. Par contre, les chopping-tools sont nettement plus petits, tous inférieurs à 105 mm.

1. A Canaule, commune de Creysse ; Corbiac, commune de Lembras ; Rabier, commune de Lanquais, etc.

2. Rappelons que l'outillage de la couche 9 du Pech de l'Azé II, Acheuléen moyen d'âge rissien, est taillé dans des matières premières très médiocres : basalte, mauvais silex, chaille, etc. Simple coïncidence ? *Cf.* BORDES (F.). *Cours polycopié* [3], p. 5 et *Le gisement du Pech de l'Azé-Nord* [1].

II. — Dissymétrie très accusée du profil et de la section.

L'une des faces est protubérante ; l'autre, au contraire, est sinon plate tout au moins plus souvent légèrement concave que faiblement convexe. Cette face « plate » correspond, pour les bifaces sur éclat, à la face d'éclatement ; nous l'appellerons ventrale. Elle est, presque dans tous les cas, relativement mieux retouchée que la face dorsale. Dans l'ensemble cependant, les deux faces sont médiocrement taillées et il se dégage une impression de pièces courtes, massives, frustes, à la section en étrier et dont le profil est caractérisé par une pointe aplatie, suivie d'un ressaut plus ou moins brusque vers le premier tiers de la pièce, et s'achevant par une base quelquefois globuleuse, toujours épaisse.

III. — Arêtes en zigzag.

Pratiquement toutes.

IV. — Méplats partiels fréquents :

35 % des spécimens.

V. — Bases réservées dans 30,76 % des cas.

Dans ce groupe important, les bases en V plus ou moins aigu (résultant en général de la rencontre des deux bords d'une plaquette, de l'angle naturel d'un rognon plat, d'un bloc thermoclasté, etc.) dominent : 34,58 % des bases réservées, suivies par les bases planes ou rectilignes, puis par les bases en U.

VI. — Les bifaces non acuminés dominent.

En somme, pourrait-on dire, ces objets sont plus de taille que d'estoc. Les pièces dont la partie active forme un cintre plus ou moins surbaissé sont les plus nombreuses : 44,51 %. Ensuite viennent celles à bout plus ou moins transverse et rectiligne : 18,55 %. Cependant, les pointes courtes, trapues mais bien dégagées, tendant soit au pic, soit à l'épine forment un groupe important : 23,38 %. Les lancéolés et assimilés ne se rencontrent que dans 9,67 % des cas.

VII. — Les éclats plus larges que longs sont assez fréquents.

12,05 % des bifaces [3] ont été taillés sur de pareils éclats. On observe encore leur bulbe latéral. Par ailleurs, beaucoup de bifaces présentent l'empreinte de puissants enlèvements, plus larges que longs. Ce genre de retouche s'observe davantage du côté ventral. Ajoutons que d'assez nombreux outils, surtout, bien entendu, les racloirs tranversaux, sont taillés sur de tels éclats. Mais on ne peut parler de débitage para-levallois, ne serait-ce qu'à cause de l'absence de nucleus de type Victoria-West.

III. — TYPOLOGIE :

Pour la plupart des types ici décomptés, nous renvoyons au *Traité de typologie* de F. Bordes [2]. Cependant, certains d'entre eux nous paraissent mériter quelques précisions ; d'autres, enfin, dénommés par nous, doivent être décrits.

I. — Les bifaces-hachereaux dominent nettement.

Leur groupe atteint 20,16 %.

En ce qui les concerne, nous nous rangerons à la proposition de F. Bordes : « Ce sont des bifaces de forme générale assez variée, souvent assez épais, mais présentant une arête plus ou moins transversale opposée à la base. Cette arête plus ou moins oblique sur l'axe de la pièce, peut être rectiligne, convexe, parfois concave ou creusée en gouge » [4].

Rappelons que cette arête transversale peut être obtenue à partir de quatre procédés différents :

1° Rencontre d'un pan de préparation de l'éclat [5] (ou, à la rigueur, d'un dos naturel) et d'une surface d'éclatement ;

3. Soit le quart des bifaces sur éclat.

4. Bordes (F.), *Typologie du Paléolithique* [2], p. 63.

5. Dans le cas, évidemment, d'objet sur éclat. A ce sujet, et compte tenu de ce qui va suivre, il ne faut jamais perdre de vue qu'il existe des bifaces typiques, de toutes formes, lancéolés, cordiformes, partiels, etc. *sur éclat.*

			DEFINITIONS		TYPES	LES PENDUS	CANTALOUETTE
PIÈCES A TRANCHANT TERMINAL TRANSVERSE	HACHEREAUX SUR ECLAT	Types présentant les deux critères de Tixier	Dos naturel. Surface d'éclatement de l'éclat. *Type O de Tixier.*	0		0	—
			Dos naturel ou pan de préparation primaire. Surface d'éclatement de l'éclat. *Englobe les tranchants des types 1, 2, 5 et même 3 de Tixier : biseau obtenu par 1 (ou plusieurs dans le type 3) pan naturel primaire.*	1		12	+
	BIFACES-HACHEREAUX	Types présentant 1 seul des critères de Tixier : soit la surface d'éclatement primaire, soit un pan dorsal de préparation primaire	Coup de tranchet secondaire. Surface d'éclatement primaire.	2		4 Fig. 8, n° 1 et 2	—
			Enlèvement latéral secondaire. Surface d'éclatement primaire.	3		2	—
			Retouches multiples longitudinales secondaires. Surface d'éclatement primaire.	4		1 Fig. 14, n° 2	—
			Pan de préparation primaire. Coup de tranchet secondaire.	5		3 Fig. 10, n° 2	+
			Pan de préparation primaire. Enlèvement latéral secondaire.	6		4 Fig. 10, n° 1	—
			Pan de préparation primaire. Retouches multiples longitudinales secondaire.	7		2 Fig. 9, n° 1 Fig. 11 n° 1	—
		Types ne présentant aucun des critères de Tixier : tranchant obtenu par une taille secondaire	Coup de tranchet secondaire. Enlèvement latéral secondaire.	8		1	—
			Enlèvement latéral secondaire. Coup de tranchet secondaire.	9		0	—
			Retouches multiples longitudinales secondaires. Coup de tranchet secondaire.	10		1	—
			Coup de tranchet secondaire. Retouches multiples longitudinales secondaires.	11		0	—
			Retouches multiples longitudinales secondaires. Enlèvement latéral secondaire.	12		0	—
			Enlèvement latéral secondaire. Retouches multiples longitudinales secondaires.	13		0	—
			Coup de tranchet secondaire. Coup de tranchet secondaire.	14		2 Fig. 12, n° 1 et 2	—
			Enlèvement latéral secondaire. Enlèvement latéral secondaire.	15		4 Fig. 9, n° 2 Fig. 11 n° 2	—
		Biface à tranchant transverse	Retouches multiples longitudinales secondaires. Retouches multiples longitudinales secondaires.	16		0	+

Fig. 2. — LES PENDUS. CLASSIFICATION DES BIFACES-HACHEREAUX SELON LEURS TRANCHANTS.

2° « Coup de tranchet » porté à la pointe ;

3° Enlèvement latéral (6) ;

4° Retouches multiples.

Nous ajouterons que, comme ces divers modes intéressent l'une ou l'autre face de la pièce, ils peuvent se combiner deux à deux, ce qui donne 16 combinaisons possibles (fig. 2) (7).

L'on voit qu'un seul de ces cas :

Face dorsale = dos naturel ou pan de prépation primaire,

Face ventrale = surface d'éclatement de l'éclat, peut s'appliquer aux hachereaux sur éclat tels qu'ils ont été, dans un excellent travail, définis et classés par J. Tixier [9] et qui ont en commun de présenter « ce tranchant qui est toujours naturel, c'est-à-dire *exempt de retouches intentionnelles* (8), obtenu... par la *rencontre de deux plans...* (9). » Mais, s'il est vrai, comme nous le croyons, que le « principe » dominant qui a dirigé la fabrication d'un hachereau est... « l'obtention d'un tranchant transverse terminal » [9], a-t-on le droit d'éliminer les outils définis par les quinze autres combinaisons et qui aboutissent à la même fin ? Il semblerait logique d'ajouter à la liste de Tixier les types ne présentant plus qu'un seul pan ou portion de pan primitif, par exemple dans la combinaison suivante :

Face dorsale = coup de tranchet secondaire,

Face ventrale = surface d'éclatement primaire, ainsi que les types ne présentant plus aucun des caractères primaires de Tixier mais qui demeurent définis par le tranchant transversal terminal secondairement obtenu, par exemple dans la combinaison suivante :

Face dorsale = coup de tranchet secondaire,

Face ventrale = enlèvement latéral secondaire.

Dans la série des Pendus, le corps de ces outils est toujours taillé à la manière d'un biface, qu'il s'agisse ou non d'un biface partiel, ainsi que dans le type 5 de Tixier. L'aspect « éclat » du hachereau s'efface de plus en plus pour céder le pas à l'aspect biface. L'outil bascule d'une catégorie dans une autre et, désormais, nous ne pouvons plus parler de hachereau sur éclat (10), mais de biface-hachereau. Le mot hachereau demeure ; il indique la permanence d'une fonction déterminée par « une arête plus ou moins transversale opposée à la base » ; et l'on peut observer toutes les transitions du proto-hachereau 0 de Tixier à notre type 16 qu'on pourrait, à la rigueur, isoler en tant que biface à tranchant transverse terminal. La fig. 2 résume et illustre ce qui précède. Bien entendu, il ne s'agit nullement de suggérer on ne sait quel progrès dans le cadre d'une évolution orthogénétique, mais seulement de dresser un système classificatoire utilisable.

Reste à savoir comment on doit décompter ces outils. Les hachereaux sur éclat ont souvent été classés avec les bifaces, d'abord parce que ces pièces sont toujours trouvées associées, ensuite à cause de leur analogie avec les bifaces-hachereaux (décomptés souvent comme bifaces à tranchant transverse). Nous pensons personnellement que, logiquement, les bifaces-hachereaux doivent continuer à figurer avec les bifaces, et les hachereaux sur éclat avec l'outillage sur éclat. Mais il est bon qu'un tableau récapitulatif rende compte, à part, de cet ensemble. L'on verra ainsi qu'aux Pendus, la répartition est la suivante (sur 136 pièces, soit 124 bifaces et 12 hachereaux sur éclat) :

1° Bifaces, 72 % ;

2° Bifaces-hachereaux, 18,36 % ;

3° Hachereaux sur éclat, 8,82 %.

A Cantalouette, le même décompte donne, sur 122 pièces (11) :

1° Bifaces, 94,10 % ;

2° Bifaces-hachereaux, 2,45 % ;

3° Hachereaux sur éclat, 2,45 %.

---

6. Ou enlèvements latéraux.

7. Les dessins de cet article sont de Geneviève Guichard.

8. Souligné dans le texte de Tixier (J.), p. 916.

9. Cette fois, c'est nous qui soulignons.

10. Nous conservons cette désignation, même si elle peut faire figure de pléonasme. Elle a le mérite d'éviter de possibles ambiguïtés. Nous l'emploierons à la manière de la nomenclature binominale de Linné.

11. Pièces identifiables, c'est-à-dire sans compter les ébauches et les fragments.

En fait, dans la série des bifaces-hachereaux des Pendus, nous n'avons pas retrouvé les 16 combinaisons théoriquement possibles, mais seulement 11. Nous en donnons le décompte dans la fig. 2. On notera que deux des modes les plus fréquents sont les plus simples, ceux qui se rapprochent le plus du hachereau sur éclat ; à savoir, rencontre, d'une part, d'un pan de préparation dorsal et d'un enlèvement latéral ventral (4 spécimens) ; d'autre part, d'un coup de tranchet dorsal et d'une surface d'éclatement (4 spécimens). Cependant, ce décompte ne porte que sur 24 objets entiers dont quelques-uns ne sont représentés que par un seul exemplaire ; il est probable que la distribution d'un échantillon plus grand serait quelque peu différente.

II. — Les bifaces à dos arrivent en troisième position

avec 10,47 % (fig. 6, n°s 1, 2, 3), après les amygdaloïdes.

Ils sont caractérisés par la dissymétrie fonctionnelle de leurs bords. L'un est actif, retouché : l'autre, préhensible, à dos épais ; d'où une section cunéiforme. Le côté actif, plus ou moins convexe et sinueux, part de la pointe et descend en général jusqu'à la base. Le dos est constitué soit par un rebord naturel de cortex, soit, partiellement, par le talon lisse d'un éclat plus large que long ; soit, enfin, par une cassure orthogonale intentionnelle ou thermoelastique, il est alors quelquefois grossièrement, et par place seulement, abattu ([12]). A l'extrémité distale, ce dos est repris sur 2 ou 3 cm, de manière à dégager une pointe courte, solide mais aiguë, toujours déjetée. Le plus souvent cette pointe a été amincie sur la face ventrale par un large enlèvement latéral ; sa section est alors concavo-convexe. Les bifaces à dos sont toujours partiels aux Pendus, la retouche intéressant surtout le côté actif de la pièce. Ils tendent quequefois vers un chopping-tool large et court.

Au total, l'ensemble est fruste et grossier. Il est possible que, dans le passé, ces pièces rebutantes et de lecture difficile, aient été souvent rejetées parmi les mauvais nuclei, les ébauches, voire les débris.

III. — Les bifaces à rostre aplani occupent le quatrième rang

avec 8,06 % (fig. 4 et 5).

Ils sont doublement partiels : d'une part, la face ventrale n'est, en général, qu'en partie taillée (utilisation généralisée, donc, d'un plan d'éclatement ou d'une surface thermoelastique) ; d'autre part, l'ensemble des retouches ne semble avoir eu pour but que de dégager une pointe, autrement dit, c'est seulement la partie distale qui est, le plus souvent, la plus travaillée.

Ainsi, ces pièces sont essentiellement caractérisées par l'économie des moyens qui permet d'obtenir un rostre de section sub-triédrique. Pour la face dorsale, deux enlèvements importants peuvent suffire à déterminer les deux plans d'un dièdre extrêmement aplati. Mais, le plus souvent (6 fois sur 10), comme il s'agit de biface sur éclat, ce dièdre est formé par la rencontre d'une face de préparation de l'éclat primitif et d'un seul enlèvement. La face ventrale est amincie par quelques larges enlèvements latéraux ; elle est plane ou légèrement concave. Finalement, cette taille économe, par larges aplanissements, dégage deux côtés tranchants qui se recoupent en un angle terminal plus ou moins aigu. Le contour du rostre est donc assez variable et va de l'angle obtus à l'épine.

Dans ce dernier cas, l'on observe parfois, à la base de cette épine assez courte et robuste, deux encoches alternes. On pourrait penser alors que la pièce a servi de foret. Mais il se peut aussi qu'il s'agisse d'écrasements provoqués, aux Pendus, par une légère solifluxion. De même, il semble bien que les festons que l'on voit sur les bords de certains rostres ne soient que des stigmates d'écrasement.

Lorsqu'on considère la pièce dans son ensemble, un côté tout entier est coupant, l'autre partiellement à dos (bord naturel avec son cortex ou talon de l'éclat préalable). Le profil est caractéristique, lui aussi, « en truelle ». Après des retouches puissantes

12. Mais il ne s'agit nullement d'un couteau à dos même grossier, à cause du bord actif, retouché par enlèvements alternes brutaux qui forment une arête en zigzag.

qui amincissent l'apex, il y a un ressaut et l'on aboutit presque aussitôt au talon épais, voire globuleux.

En définitive, ces objets sont bien les plus originaux de ceux trouvés aux Pendus. Avec un peu d'habitude, ils se reconnaissent au premier coup d'œil. Nous les avons appelées bifaces à rostre aplani mais, tant ils sont caractéristiques, il eut été aussi légitime de les nommer « bifaces du type Les Pendus ».

IV. — Il y a des bifaces à bords naturels et à tranchant transverse. (fig. 7, n° 3).

Ils évoquent un ciseau à froid. Leur pourcentage est faible : 2,41 %, mais les trois spécimens trouvés sont à peu près identiques et nous en avons vu de semblables dans des collections locales. A mi-pièce, la section est quadrangulaire. Le profil de l'outil forme un dièdre. Le tranchant terminal, à double biseau, est « affûté » par des retouches soignées, souvent plates et larges ; il est quelquefois légèrement oblique.

En plus de ces catégories très caractéristiques des Pendus et sur lesquelles nous ne saurions trop insister, nous avons été amenés à distinguer certains types déjà rencontrés ailleurs où ils jouent un rôle peut-être plus significatif. Mais, l'expérience prouvant que les faciès acheuléens bien individualisés sont sans doute plus nombreux qu'on ne le croit, notamment dans le Sud-Ouest de la France, nous allons définir brièvement ces objets car nous pensons qu'à l'avenir il faudra distinguer finement.

Bifaces de style abbevillien [13] : Ils sont bien de style archaïque, d'aspect abbevillien, mais leur profil est moins sinueux et ils pourraient être rangés, à la rigueur, dans les proto-amygdaloïdes, proto-cordiformes, voire proto-lançéolés. Peu ou pas de retouches secondaires.

Carénés : De contour ovalaire partiel (ici, les trois spécimens présentent une base réservée, avec cortex). La face dorsale est bombée ; la face ventrale nettement concave, ce qui accuse l'aspect caréné du profil et amincit la partie active de l'outil. La concavité ventrale est toujours produite par un ou deux larges enlèvements perpendiculaires aux bords.

Ovales : Un peu plus épais que la limande, ce biface a des bords plus elliptiques que celle-ci, très faiblement convexes, symétriques, et sa plus grande largeur est au milieu de sa hauteur [14].

Divers : L'un d'eux est taillé sur éclat. Il est très plat. Sa pointe, déjetée, présente, sur une face, un coup de tranchet latéral. Un autre enlèvement latéral, profond et plus large que long, amincit l'autre face. Le contour général est assymétrique, avec un côté beaucoup plus convexe que l'autre. Cette silhouette est caractéristique, selon le Dr Waldemar Chmielewski, de certains bifaces propres à un niveau acheuléen de la Pologne et nommés *prodniks* (fig. 7, n° 1) [15].

Nous conclurons l'étude des bifaces par le décompte donné dans le tableau I. La montée la plus importante se fait sur les bifaces-hachereaux (20,16 %). Puis, on note deux autres montées, presque équivalentes entre elles, sur les amygdaloïdes (11,28 %) et sur les bifaces à dos (10,48 %). Les bifaces à rostre aplani si typiques de l'industrie des Pendus, arrivent en quatrième position avec 8,02 %. Le pourcentage des lancéolés ne dépasse pas 6,45 % ; au surplus s'agit-il là de pièces de facture et de taille médiocres. Certaines absences sont remarquables. Soulignons, d'abord, l'extrême rareté des formes plates. Pour un seul cordiforme, d'ailleurs atypiques et assez mauvais, il n'y a aucun subcordiforme, cordiforme allongé, etc., toutes formes communes à l'atelier Commont, par exemple. De même, il n'y a ni limande (qui apparaissent dès l'Acheuléen inférieur à Cagny-la-Garenne), ni discoïde, ni biface micoquien.

Enfin, les chopping-tools typiques sont au nombre de sept. Comme le reste de l'outillage à taille bifaciale, ils sont petits (L entre 7,2 et 10,4 cm). Ils sont tous à arête transversale ou latérale sinueuse et à talon réservé.

---

13. *Cf.* Bordes (F.). *Typologie du Paléolithique* [2], p. 69 : « ...Ce type de biface [abbevillien] perdure... bien que très « abbevillien » d'aspect... [ces objets] ne peuvent... [dans certains gisements] être plus anciens que l'Acheuléen moyen ».

14. *Ibid.*, p. 62-63.

15. Bien entendu, nous ne soulignons qu'une convergence de forme.

	n	%
Abbevilliens	2	1,61
De style abbevillien	6	4,82
Pics (passant aux ficrons)	5	4,03
Nucléiformes	2	1,61
Amygdaloïdes	14	11,28
Bifaces-hachereaux	25	20,16
Cordiformes	1	0,80
Ovalaires	4	3,21
Ovalaires allongés	1	0,80
Ovales	3	2,41
Lancéolés	8	6,45
Subtriangulaires (atypiques)	4	3,21
Ogivaux	1	0,80
Carénés	3	2,41
Partiels	5	4,03
A rostre aplani	10	8,06
A dos	13	10,48
A bords naturels et à tranchant transverse	3	2,41
Divers, et inclassables	14	11,28
Ebauches	11	
Fragments	9	
Total	144	

Tableau I.

LES PENDUS. LISTE TYPOLOGIQUE ET STATISTIQUE DES BIFACES.

DEFINITIONS	*TYPES*	*LES PENDUS*	*CANTALOUETTE*	*TIXIER*
2 côtés naturels *.	1	—	—	—
1 côté naturel. 1 bord naturel *.	2	1	—	—
1 côté naturel. 1 bord retouché sur 1 face : 1 biseau simple dorso-ventral **.	3	3 Fig. 13, n° 2	—	—
1 côté naturel. 1 bord retouché sur 1 face : 1 biseau simple ventro-dorsal.	4	—	—	—
1 côté naturel. 1 bord retouché sur les 2 faces : 1 biseau double.	5	—	—	—
1 bord naturel. 1 bord retouché sur 1 face : 1 biseau simple dorso-ventral.	6	—	—	—
1 bord naturel. 1 bord retouché sur 1 face : 1 biseau simple ventro-dorsal.	7	—	—	—
1 bord naturel. 1 bord retouché sur les 2 faces : 1 biseau double.	8	0	—	—
2 bords retouchés sur 1 face : 2 biseaux simples dorso-ventraux.	9	1 Fig. 13, n° 1	—	+
1 bord retouché sur chaque face : 2 biseaux simples alternes.	10	1 Fig. 14, n° 1	—	+
2 bords retouchés sur 1 face : 2 biseaux simples ventro-dorsaux.	11	1 Fig. 15, n° 1	+	+
1 bord retouché sur 1 face. 2 bords retouchés sur l'autre : 1 biseau double, 1 biseau simple dorso-ventral.	12	2 Fig. 15, n° 2	+	—
1 bord retouché sur 1 face. 2 bords retouchés sur l'autre : 1 biseau double, 1 biseau simple ventro-dorsal.	13	0	—	+
2 bords retouchés sur les 2 faces : 2 biseaux doubles.	14	1 Fig. 16	—	+

* Nous entendons en l'occurrence par *côté naturel* un côté abrupt, épais : cassure thermoclastique, cortex du rognon, etc. Un *bord naturel* est l'intersection non retouchée des surfaces dorsale et ventrale de l'éclat.

** *Dorso-ventral* indique le sens des retouches qui abattent le côté de la pièce en partant du dos de l'éclat en direction de la face d'éclatement. *Vice-versa : ventro-dorsal.*

Fig. 3. — **LES PENDUS. CLASSIFICATION DES HACHEREAUX SUR ECLAT SELON LEURS BORDS OU COTÉS.**

OUTILLAGE SUR ECLAT

I. — Débitage levallois très faible.

Comme nous l'avons dit plus haut, nous ne développerons pas ici ce chapitre. Nous nous bornerons à signaler que l'indice levallois est beaucoup plus faible qu'à Cantalouette.

II. — L'outillage « classique » sur éclat semble plus soigné que l'ensemble des pièces bifaciales.

Certains racloirs ne détonneraient pas dans tel ou tel Moustérien. Nous représentons quelques-uns de ces objets, fig. 17, n° 4 et fig. 18, pour souligner ce décalage typologique que nous avions déjà signalé à propos de Cantalouette.

II. — Les hachereaux sur éclat sont en nombre non négligeable

(12 aux Pendus [1] contre 3 à Cantalouette sur des séries quantitativement comparables).

Leur présence ici, dans un Acheuléen sans doute moyen [2] est un point d'une grande importance. Par ailleurs, on sait la difficulté à classer les hachereaux sur éclat européens parmi les categories africaines définies par Tixier. Comme l'écrit Bordes : « Souvent [ces pièces] participent des caractéristiques de deux types... » [3]. C'est exactement le cas aux Pendus. Nous prendrons comme exemple deux pièces (fig. 14, n° 1 et fig. 13, n° 2) qui pourraient être classées parmi celles du type 2 de Tixier. Il s'agit bien, chaque fois, d'un « éclat tiré d'un nucleus non préparé », présentant un talon lisse (cas du n° 1) ou une surface corticale (n° 2). Le tranchant est bien obtenu « par la rencontre de deux plans : plan de la face d'éclatement et un des plans de la face supérieure ». Le n° 2 présente, en outre, une suppression totale de la région bulbaire.

Les ressemblances s'arrêtent là. Les différences sont notables en plusieurs points :

1. — N° 1 : Les retouches sont alternes, comme dans le type 0 de Tixier, au lieu de former un double biseau ; le bulbe restant intact, comme dans les types 0 ou 1 de Tixier.

2. — N° 2 : Les retouches marginales sont absentes sur la face ventrale comme dans le type 1 de Tixier, elles sont quasi absentes sur un bord de la face dorsale ; l'autre bord n'étant d'ailleurs constitué que par un pan naturel d'origine thermoclastique.

En somme, ces pièces, indiscutablement des hachereaux sur éclat, semblent être un « métissage » des types 0, 1 et 2 de Tixier.

S'il est aisé d'établir une typologie du tranchant (rectiligne, convexe, concave, oblique, en éventail, en gouge, étranglé, écrasé, etc.), il est par contre, beaucoup plus difficile de définir celle des côtés. Car les bords d'un hachereau sur éclat peuvent être obtenus selon bien des manières. La plus élémentaire

1. Mais nous ne tiendrons compte, dans l'étude qui suit, que de 9 d'entre eux, car il y a 3 fragments.

2. C'est là une question sur laquelle nous reviendrons.

3. Bordes (F.), *Typologie du Paléolithique* [2], p. 65.

étant l'utilisation pure et simple d'un pan naturel. Aussi bien, un côté peut être traité en dos abattu par retouches abruptes, ou encore en biseau simple, ou double... Bien entendu, ces modes de procéder peuvent se combiner deux à deux ; par exemple, un côté peut être formé d'un pan naturel et l'autre par retouches dégageant un biseau double. Ou encore, on peut observer, sur les deux côtés, les mêmes retouches mais alternes, etc. Nous pensons qu'il est plus simple de se reporter à la fig. 3 qui fait voir et récapitule tous les cas (4). L'on constatera qu'il existe quatorze combinaisons possibles.

Sur les 650 pièces qu'il a étudiées, Tixier ne semble avoir rencontré que cinq de ces combinaisons. Il est peut-être très significatif qu'aux Pendus, où nous ne disposons que de neuf hachereaux sur éclat (tout au moins entiers), nous trouvions sept combinaisons, dont quatre communes avec les types de Tixier et trois « originales ». Notre série étant très limitée, il est possible d'espérer trouver un jour, des pièces façonnées selon les procédés manquants.

Nous retiendrons cependant qu'une forme bien représentée est celle où l'on retrouve un pan naturel (quatre cas). En ceci, ces pièces sont conformes au reste d'un outillage « primitif » où les bords naturels sont fréquents, comme nous l'avons déjà souligné, notamment à propos des bifaces (5).

Précisons que les trois hachereaux sur éclat de Cantalouette se rangent dans les types 11 et 12.

IV. — Enfin nous avons deux outils à museau, sur gros éclat, extrêmement carénés et profondément denticulés (fig. 17, nos 1 et 2).

L'un d'eux est nettement aurignacoïde (n° 1). L'autre pourrait faire penser à une grande pointe de Tayac exagérément carénée (n° 2).

4. Auxquels il faudrait ajouter celui des côtés mixtes : un même bord traité de deux manières à la fois (dos abattu puis biseau, par exemple). Ici, nous n'avons aucun spécimen de ce type. On pourrait imaginer, aussi, d'autres procédés : enlèvement lamellaire et longitudinal de tout un côté, bouchardage, etc. Dans le contexte, ces cas paraissent aberrants.

5. Les hachereaux sur éclat de l'Acheuléen moyen de Torralba (Espagne, fouilles du Pr Clark Howell) sont assez « primitifs ». *Cf.* D. de Sonneville-Bordes [8].

CONCLUSIONS

Dans les pages qui précèdent, les phrases ou parties de phrase en intertitres rendent compte, dans l'ordre, des caractéristiques de l'outillage des Pendus. Nous n'y reviendrons pas. On conviendra seulement que cette série démontre indiscutablement un faciès inédit de l'Acheuléen. Notamment parce que le groupe des bifaces-hachereaux et des bifaces non « classiques » (à dos, à rostre aplani, à bords naturels et à tranchant transverse) représente à lui seul 40,86 % des bifaces. De leur côté, les hachereaux sur éclat sont en nombre significatif.

Peut-être serait-il commode de faire des Pendus un site éponyme. Il se peut bien, aussi, que la diffusion géographique de cette industrie soit très vaste et qu'alors un nom de province convienne mieux. C'est donc sous toutes réserves que nous suggérons l'appellation d'Acheuléen de faciès brageracien (1). Il serait de toute première importance de le dater. Malheureusement, la stratigraphie des Pendus [6] (comme celle de Cantalouette) ne s'y prête guère. Nous avons de bonnes raisons de *supposer* qu'il s'agit d'un Acheuléen moyen d'âge rissien. Cantalouette appartient bien au même faciès typologique mais qui semble, dans l'ensemble, plus évolué. Seules de nouvelles recherches nous permettront d'élucider tous ces points essentiels.

1. Brageyrac, Brageracum, sont les plus vieilles désignations pour Bergerac ; *in* Gourgues, *Dictionnaire topographique de la Dordogne*, p. 20. Nous pensons que le faciès des Pendus est assez commun aux alentours de Bergerac.

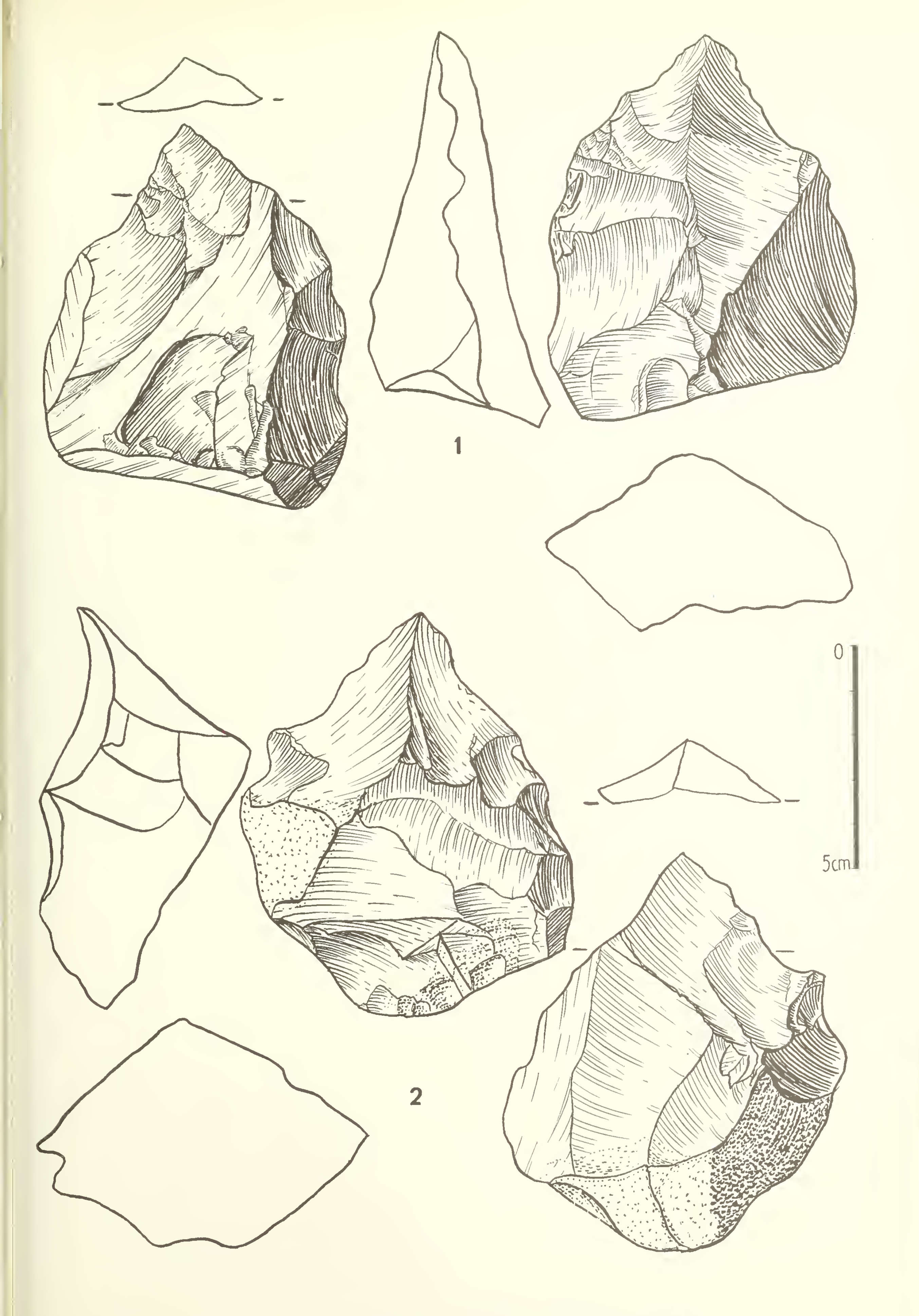


Fig. 4. — LES PENDUS. BIFACES A ROSTRE APLANI.

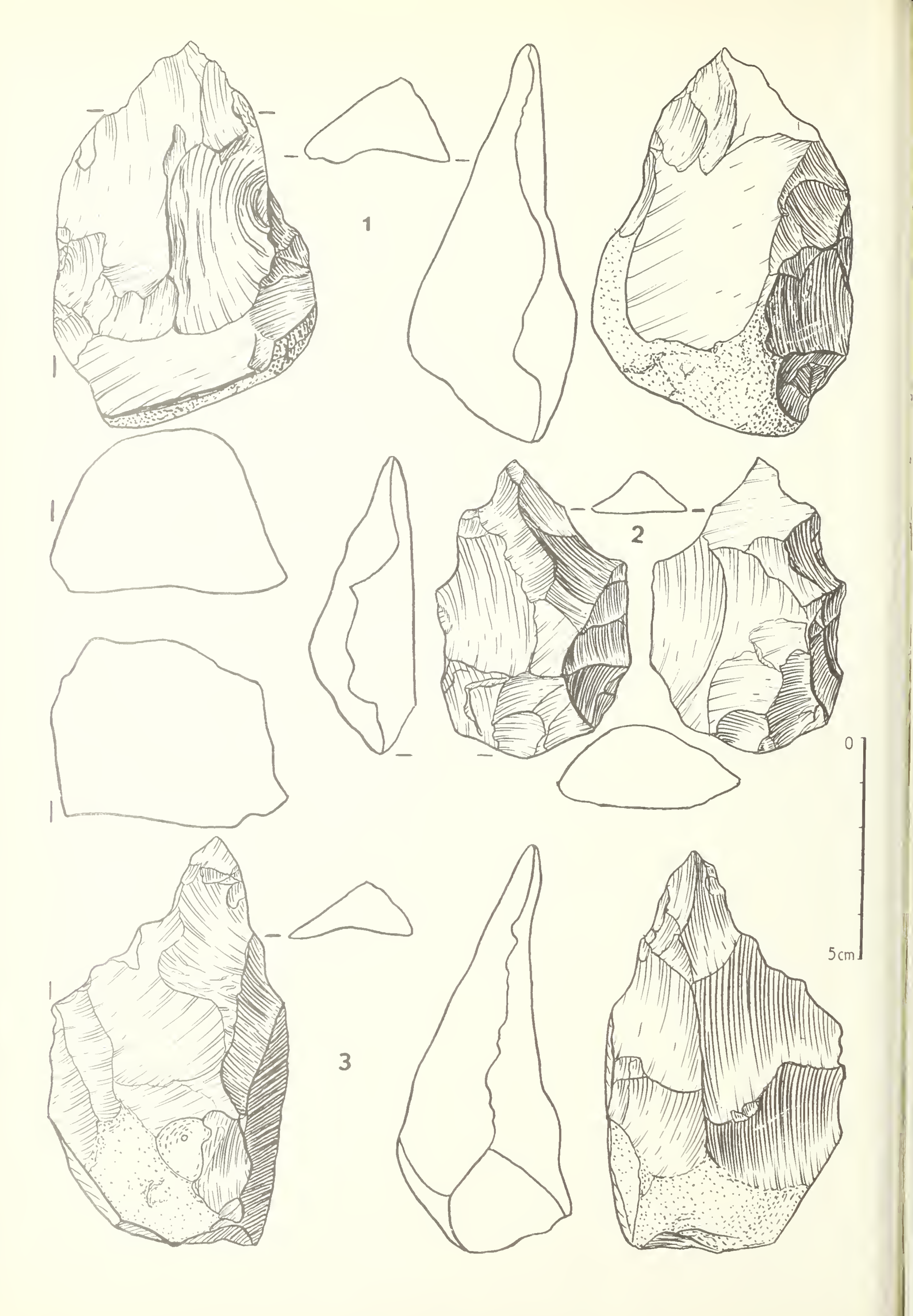


Fig. 5. — LES PENDUS. BIFACES A ROSTRE APLANI.

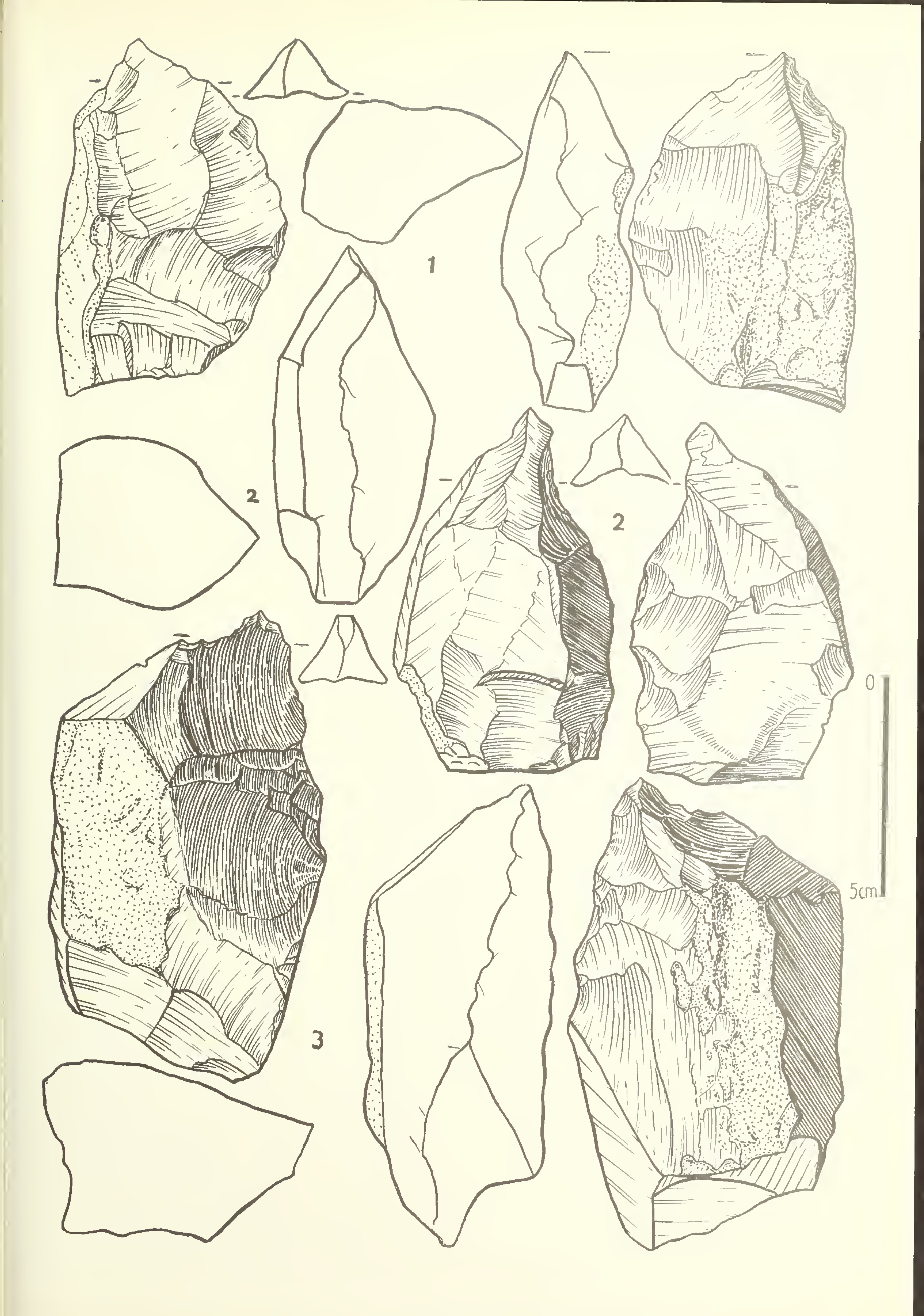


Fig. 6. — LES PENDUS. BIFACES A DOS.

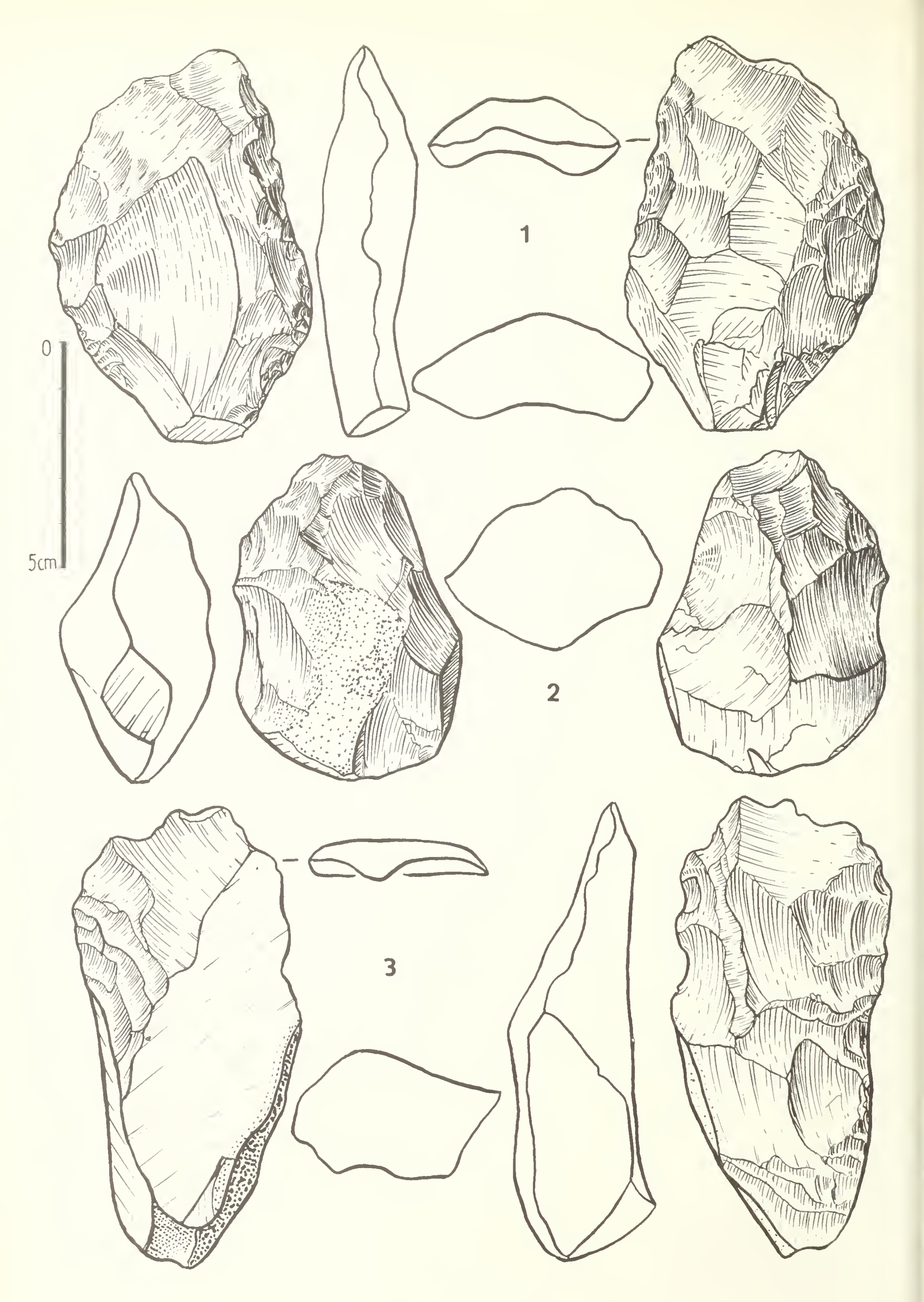


Fig. 7. — LES PENDUS.
BIFACES. N° 1, « PRODNIK » ; N° 2, AMYGDALOIDE ; N° 3. A BORDS NATURELS ET A TRANCHANT TRANSVERSE.

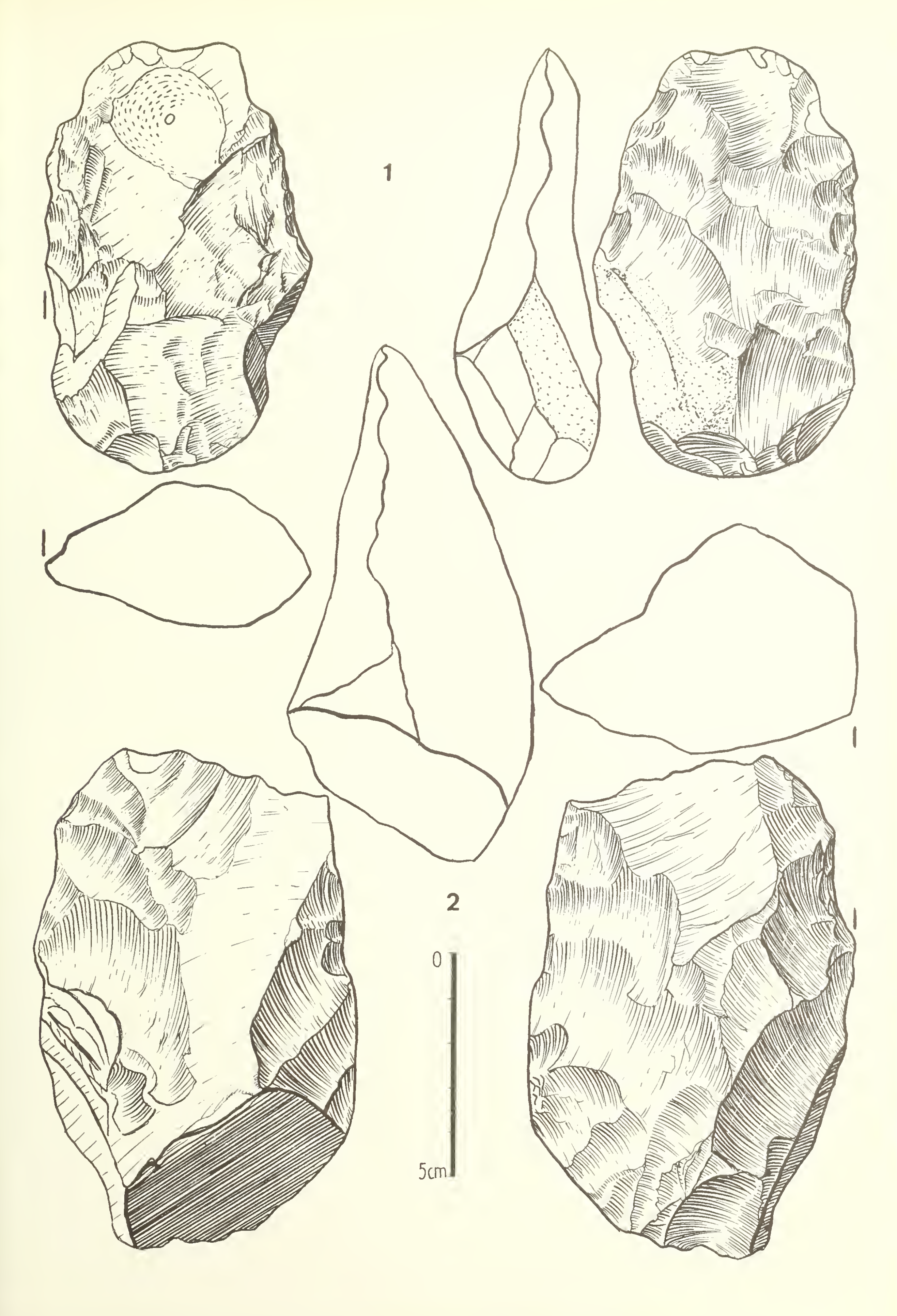


Fig. 8. — LES PENDUS. BIFACES-HACHEREAUX DU TYPE 2.

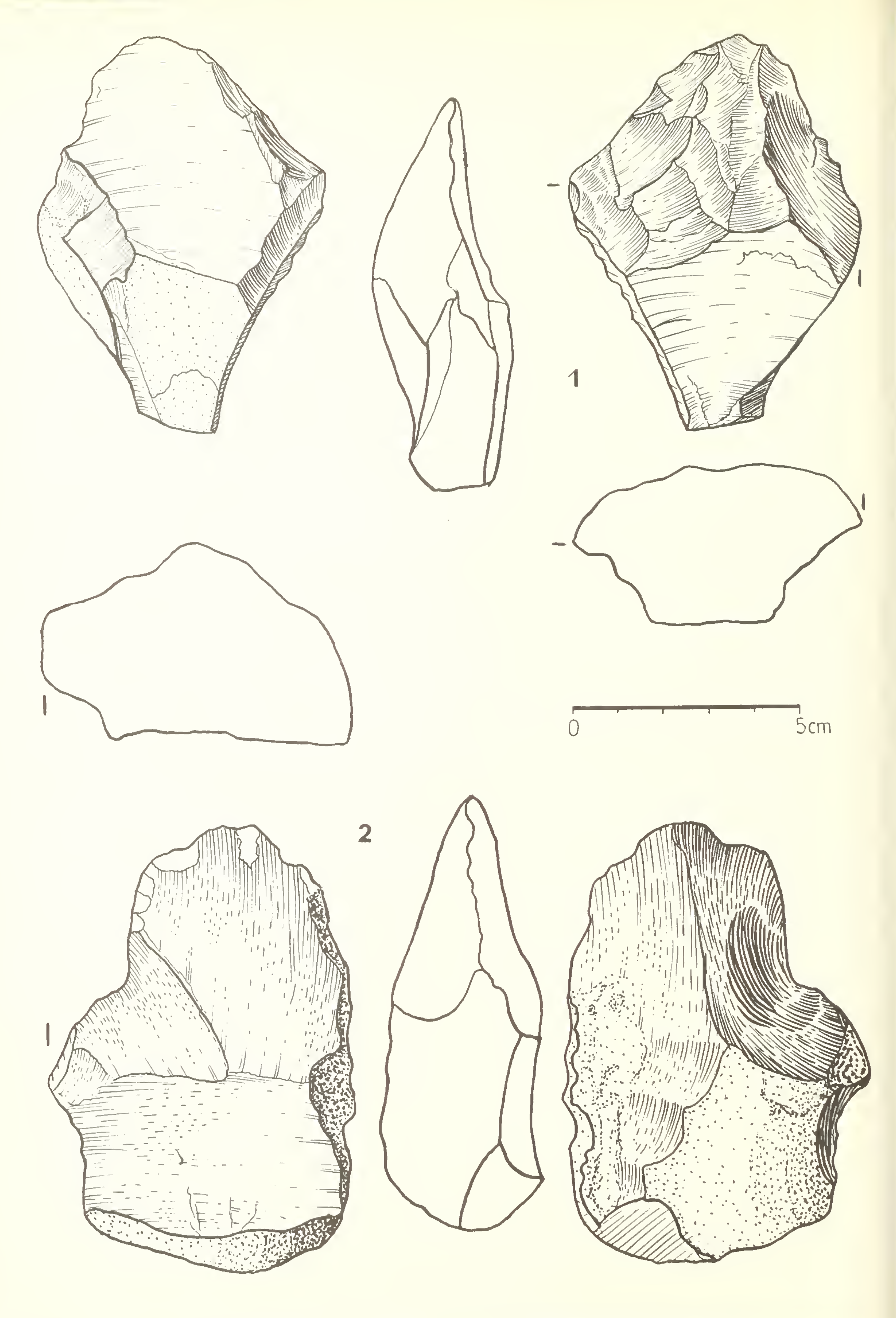


Fig. 9. — LES PENDUS. BIFACES-HACHEREAUX. N° 1, DU TYPE 7 ; N° 2, DU TYPE 15.

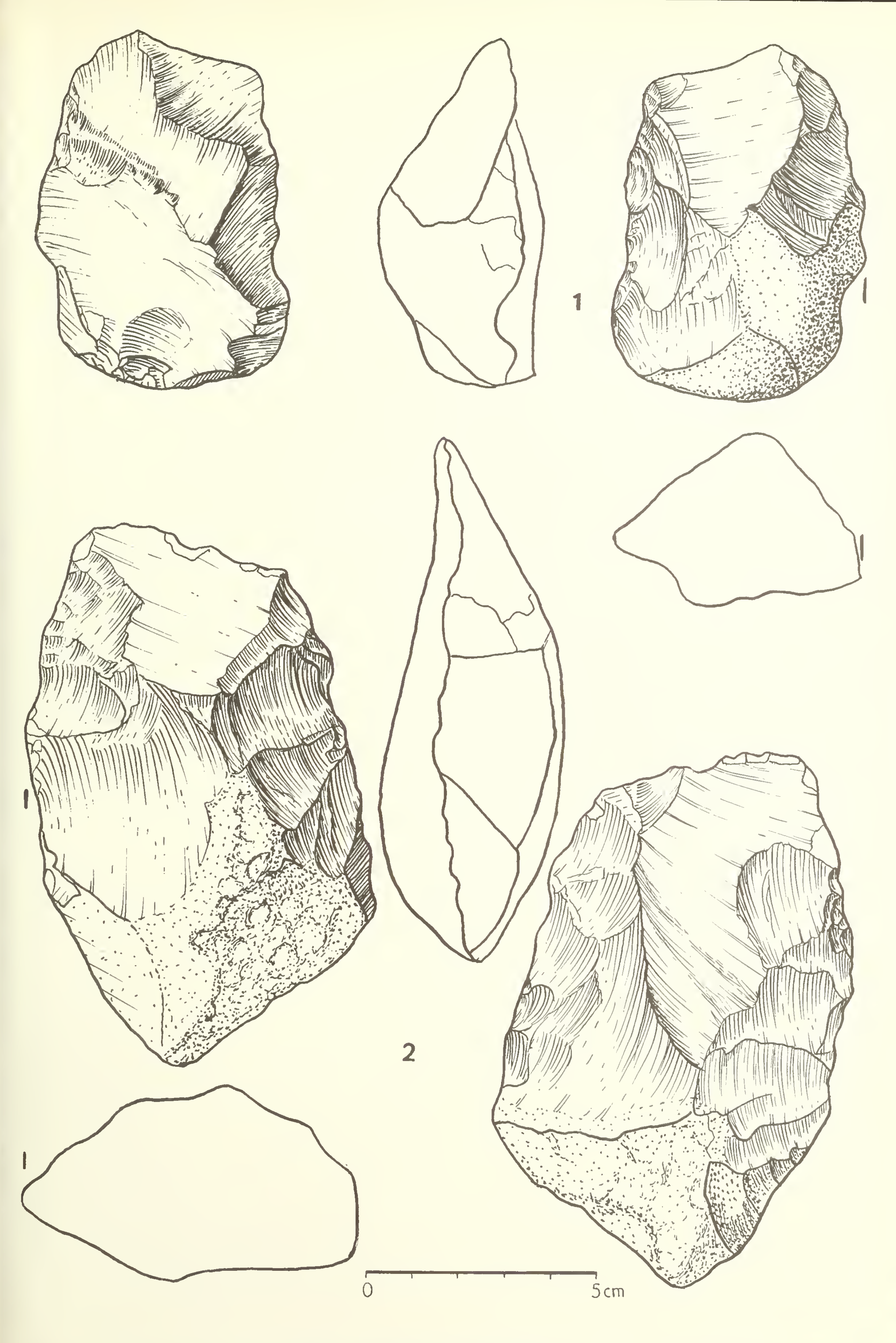


Fig. 10. — LES PENDUS. BIFACES-HACHEREAUX. N° 1, DU TYPE 5 ; N° 2, DU TYPE 6.

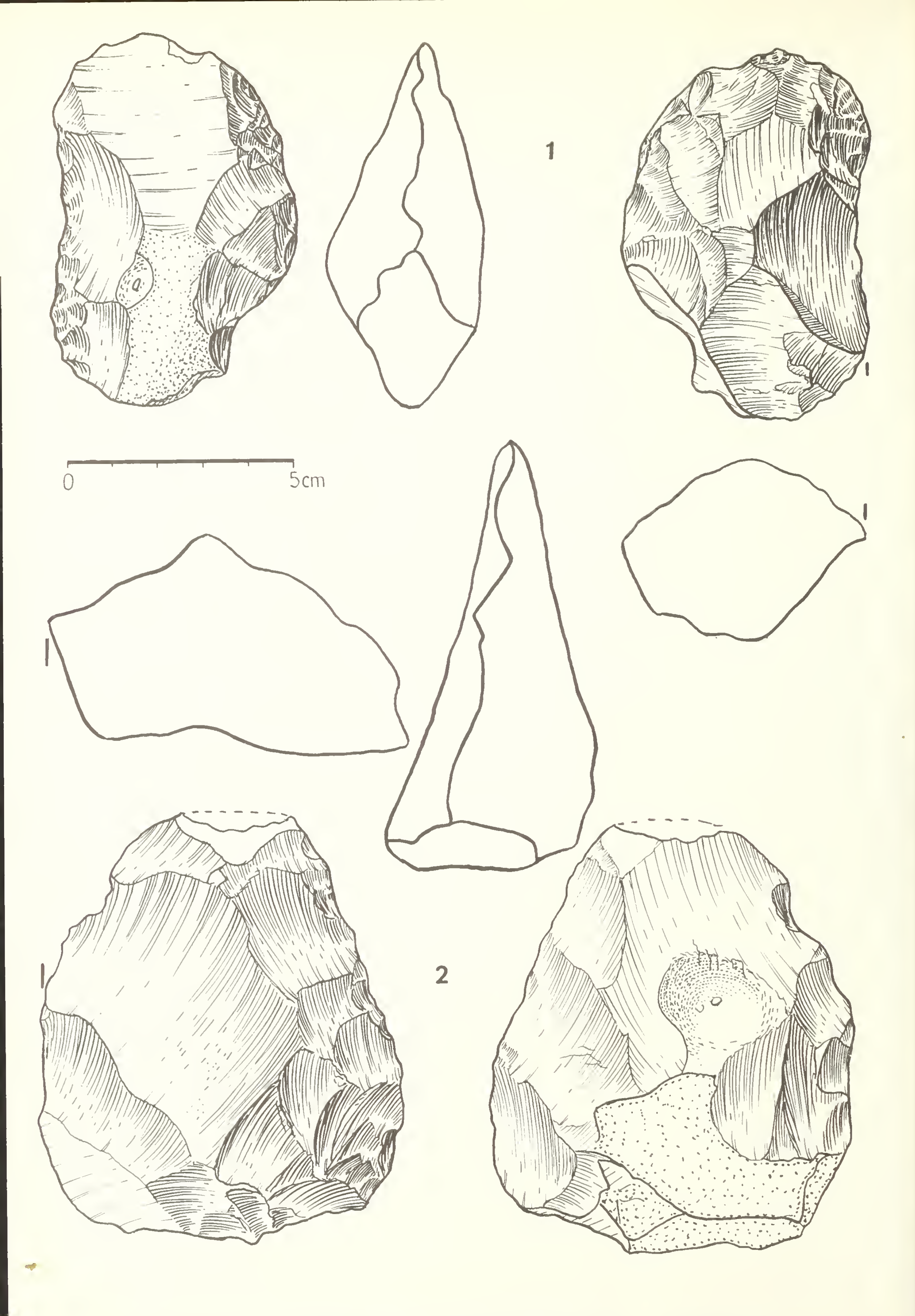


Fig. 11. — LES PENDUS. BIFACES-HACHEREAUX. N° 1, DU TYPE 7 ;
N° 2, DU TYPE 15.

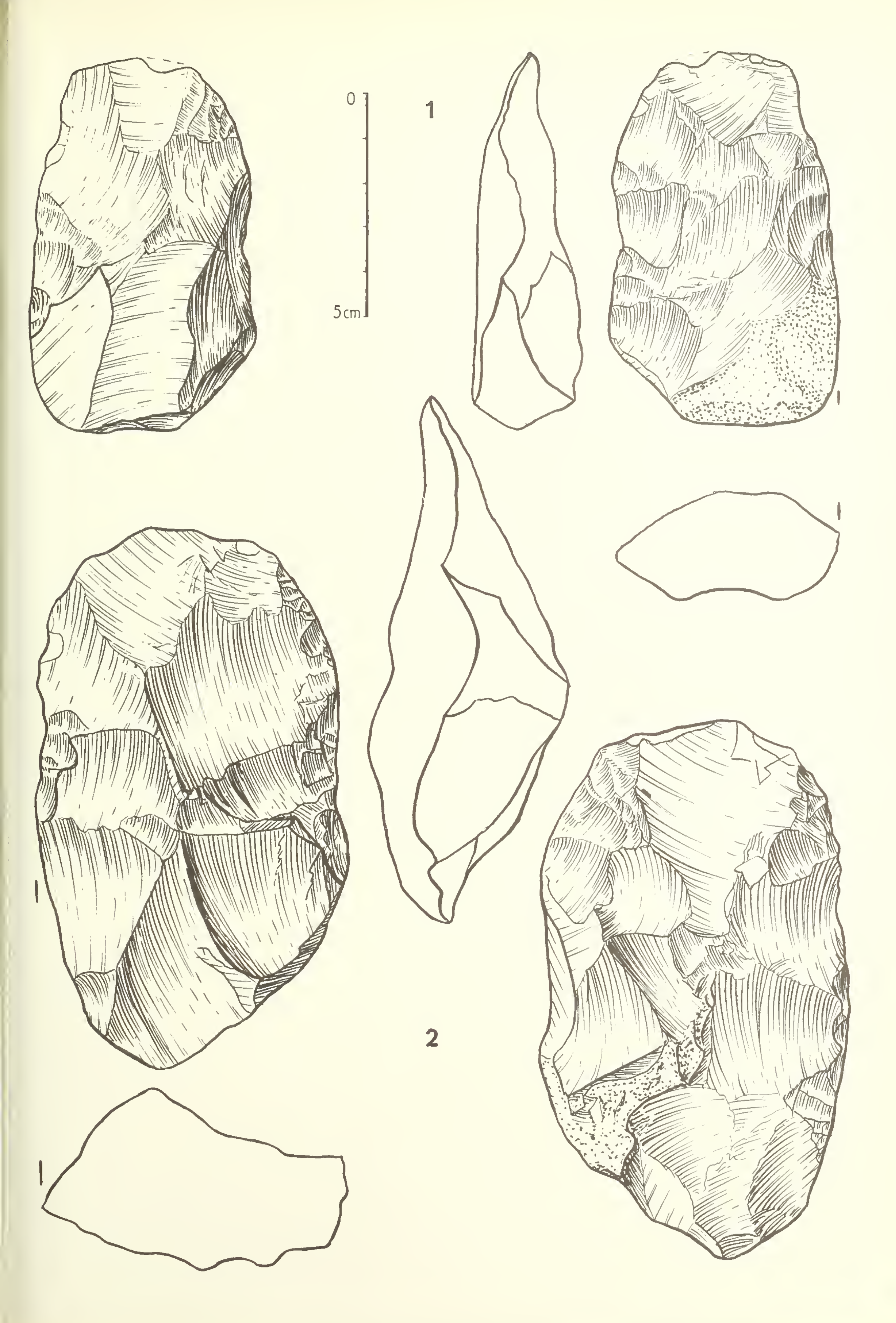


Fig. 12. — LES PENDUS. BIFACES-HACHEREAUX DU TYPE 14.

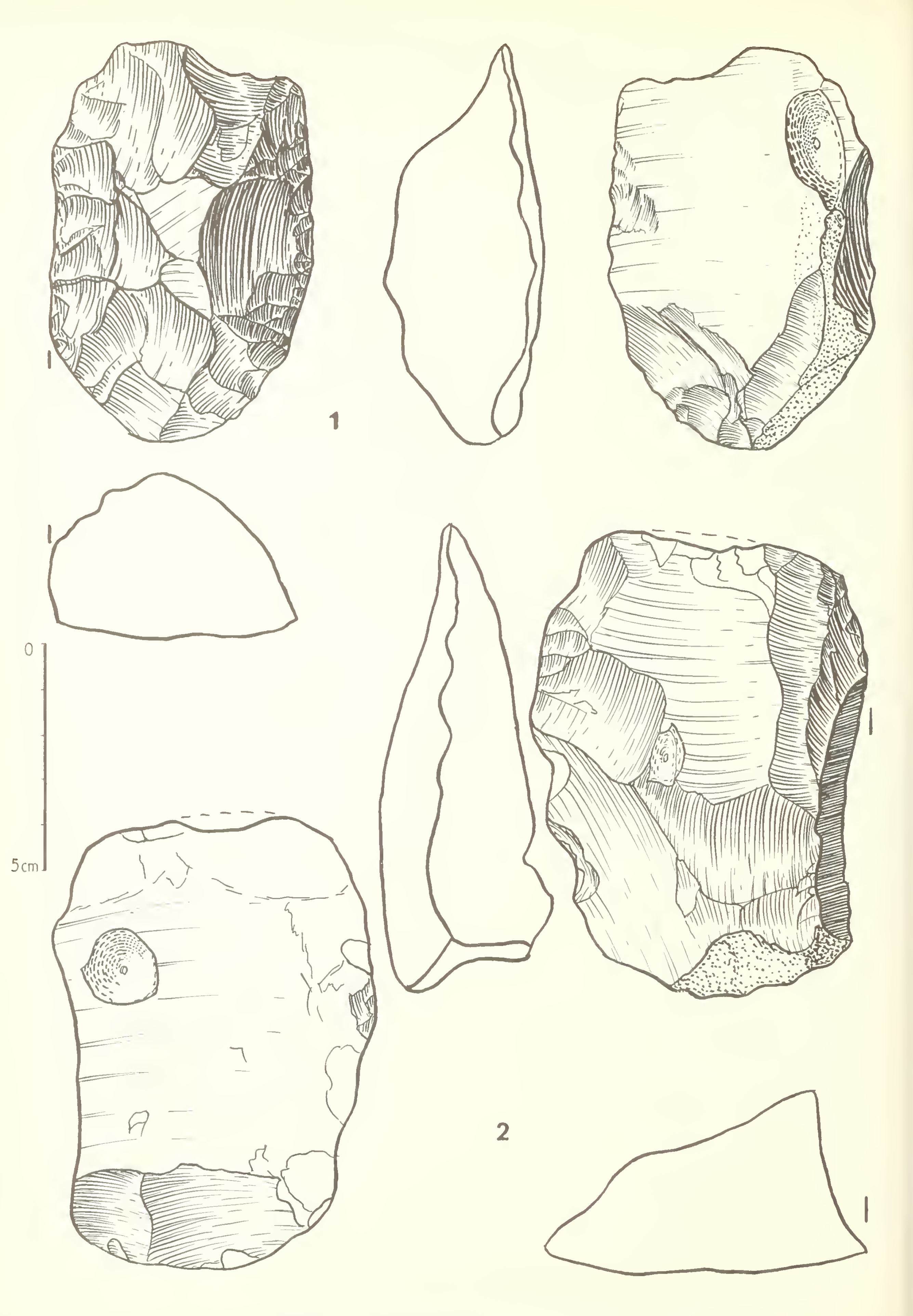


Fig. 13. —LES PENDUS. HACHEREAUX SUR ECLAT. N° 1, DU TYPE 9 ;
N° 2, DU TYPE 3.

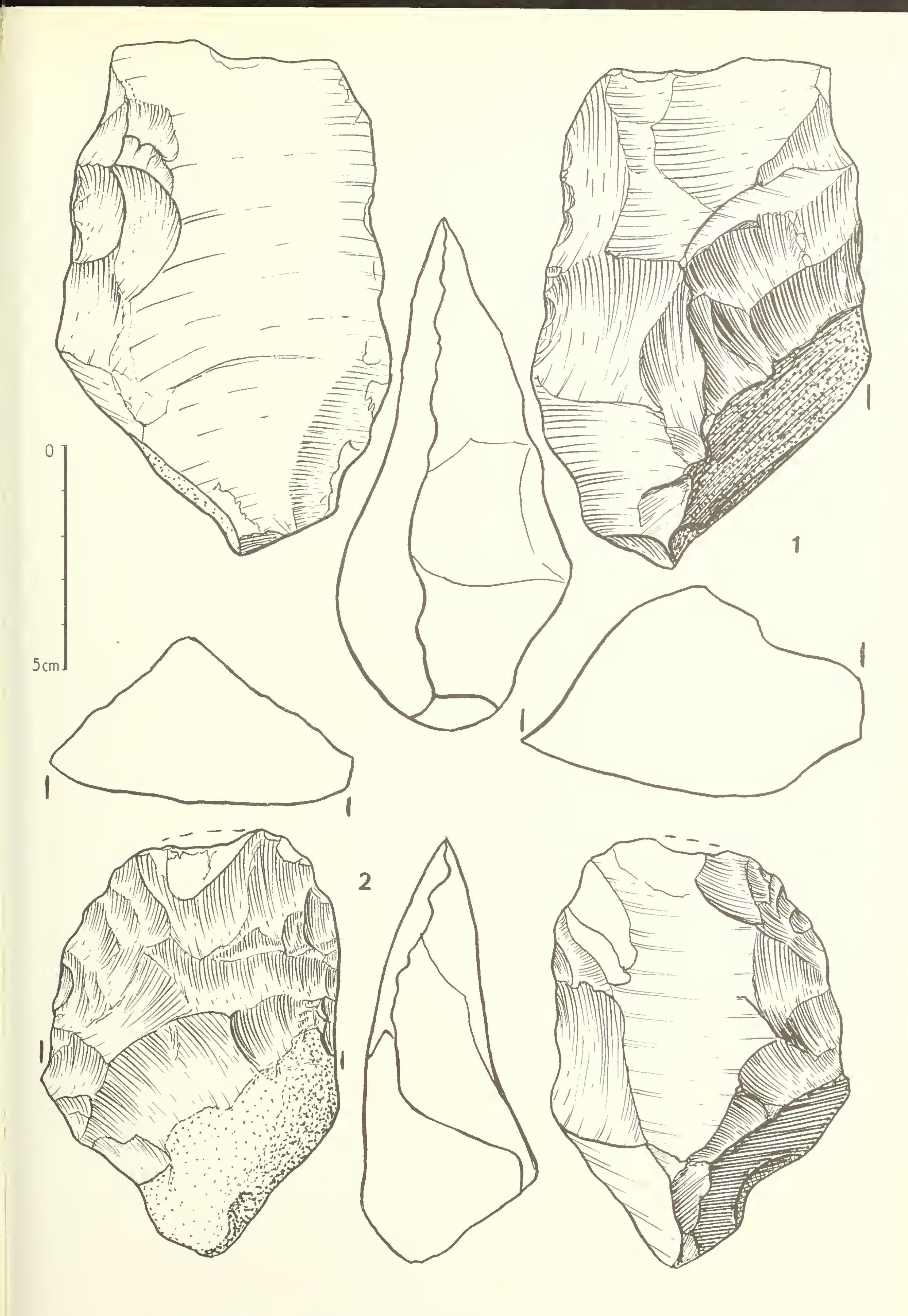


Fig. 14. — LES PENDUS. HACHEREAUX SUR ECLAT. N° 1, DU TYPE 10 ;
N° 2, BIFACE-HACHEREAU DU TYPE 4.

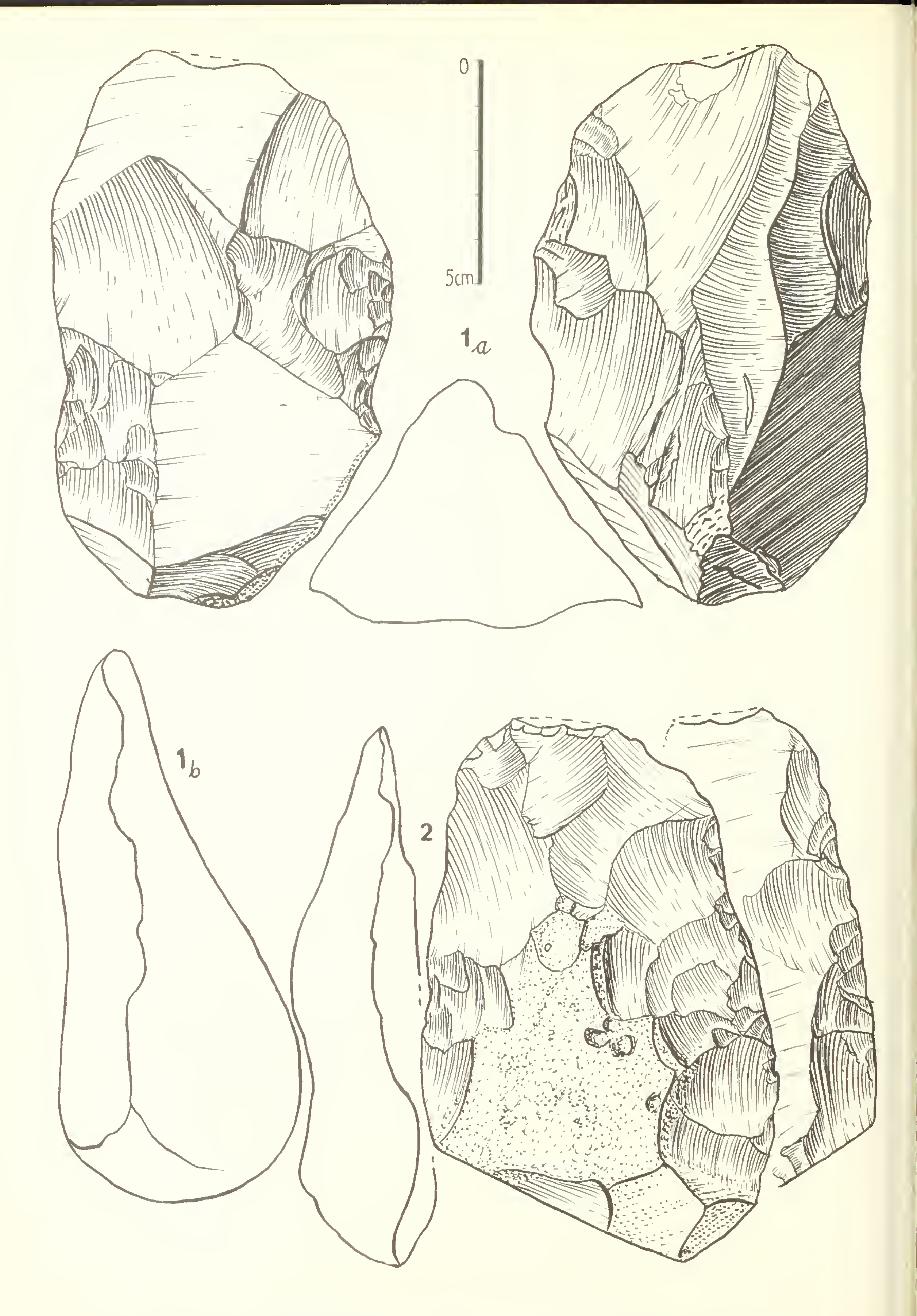


Fig. 15. — LES PENDUS. HACHEREAUX SUR ECLAT. N° 1, DU TYPE 11 ; N° 2, DU TYPE 12.

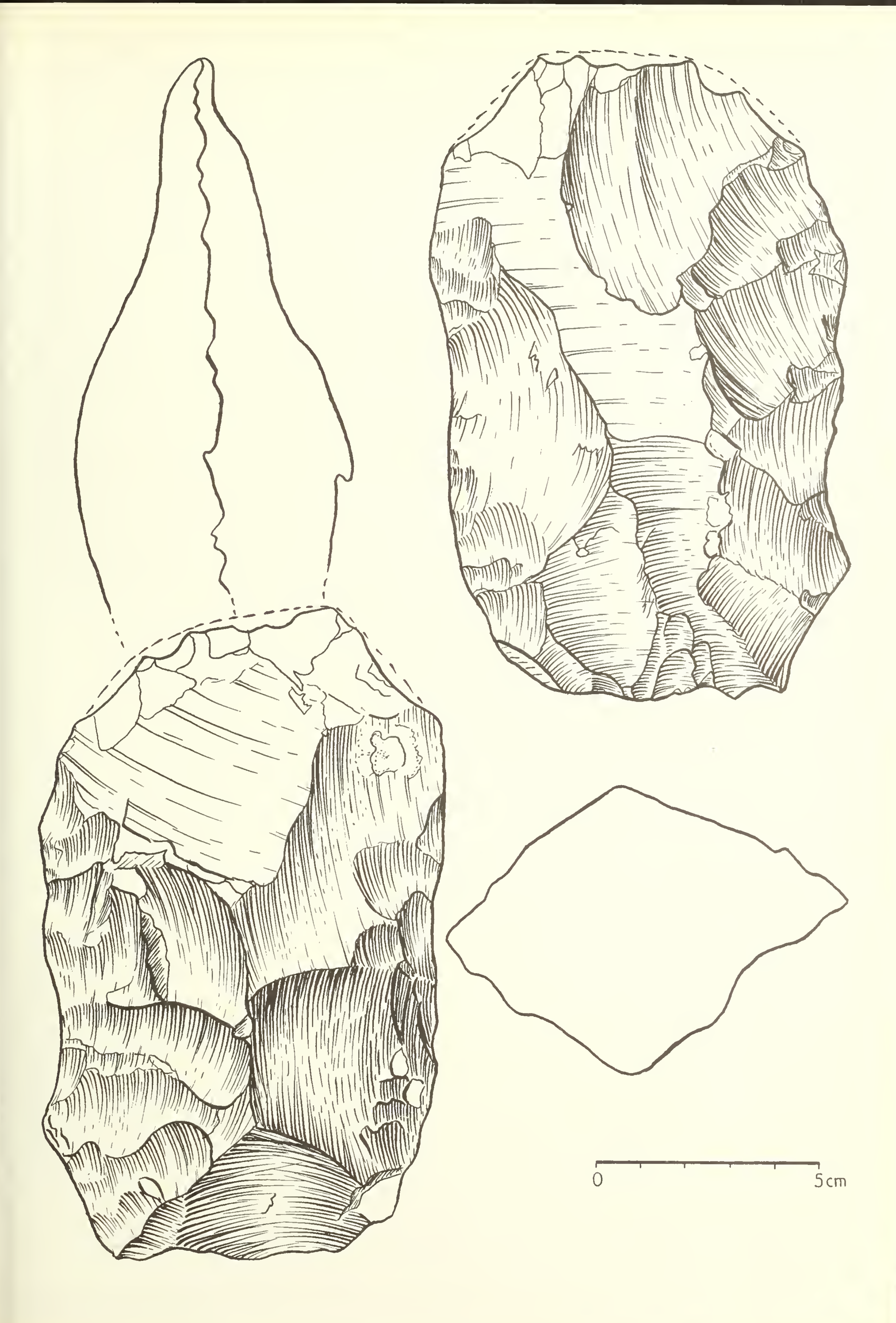


Fig. 16. — LES PENDUS. HACHEREAU SUR ECLAT DU TYPE 14.

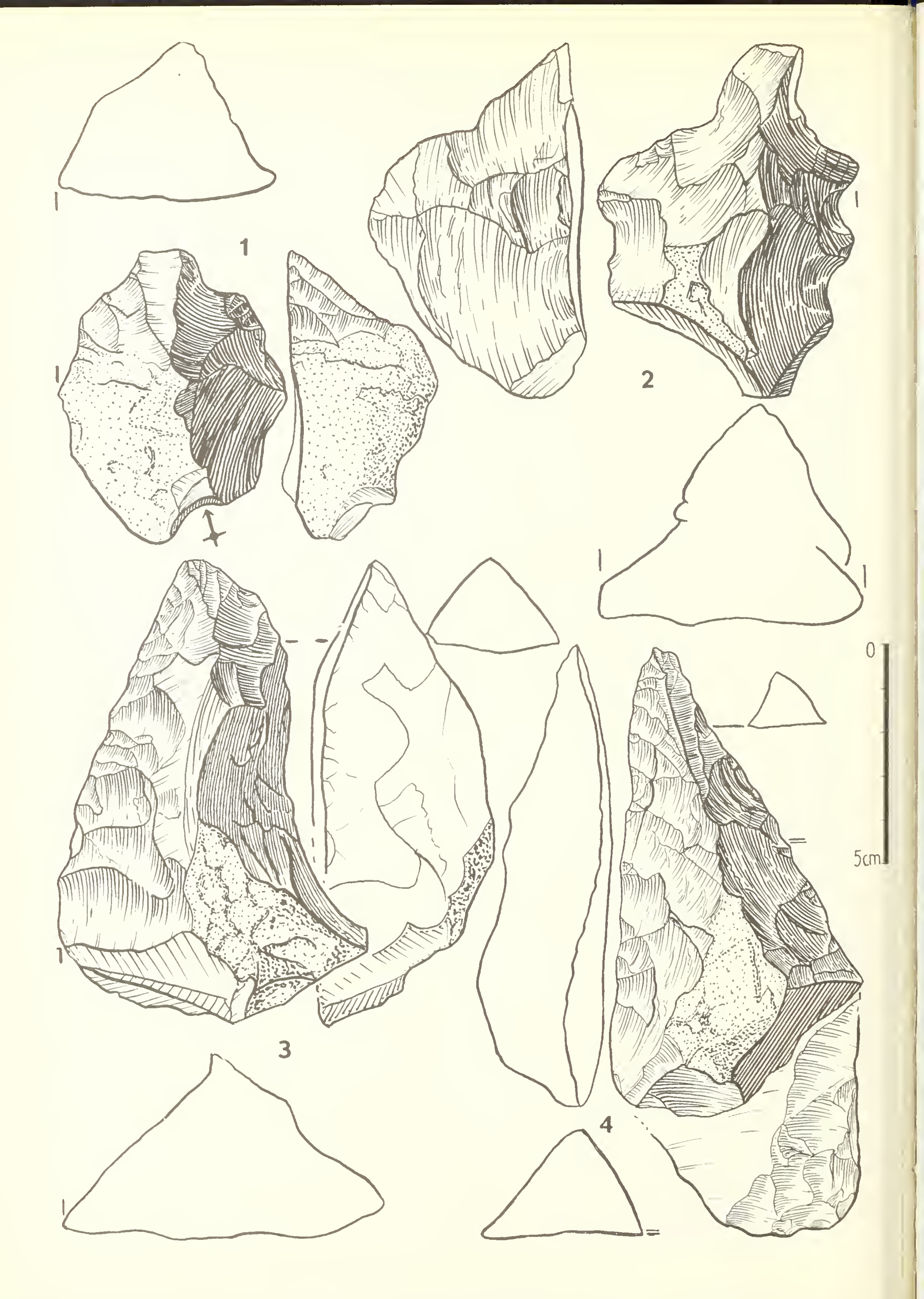


Fig. 17. — LES PENDUS. N°s 1 ET 2, OUTILS A MUSEAU CARENES ; N° 3, RACLOIR CONVERGENT CARENE ; N° 4, RACLOIR DEJETE CARENE.

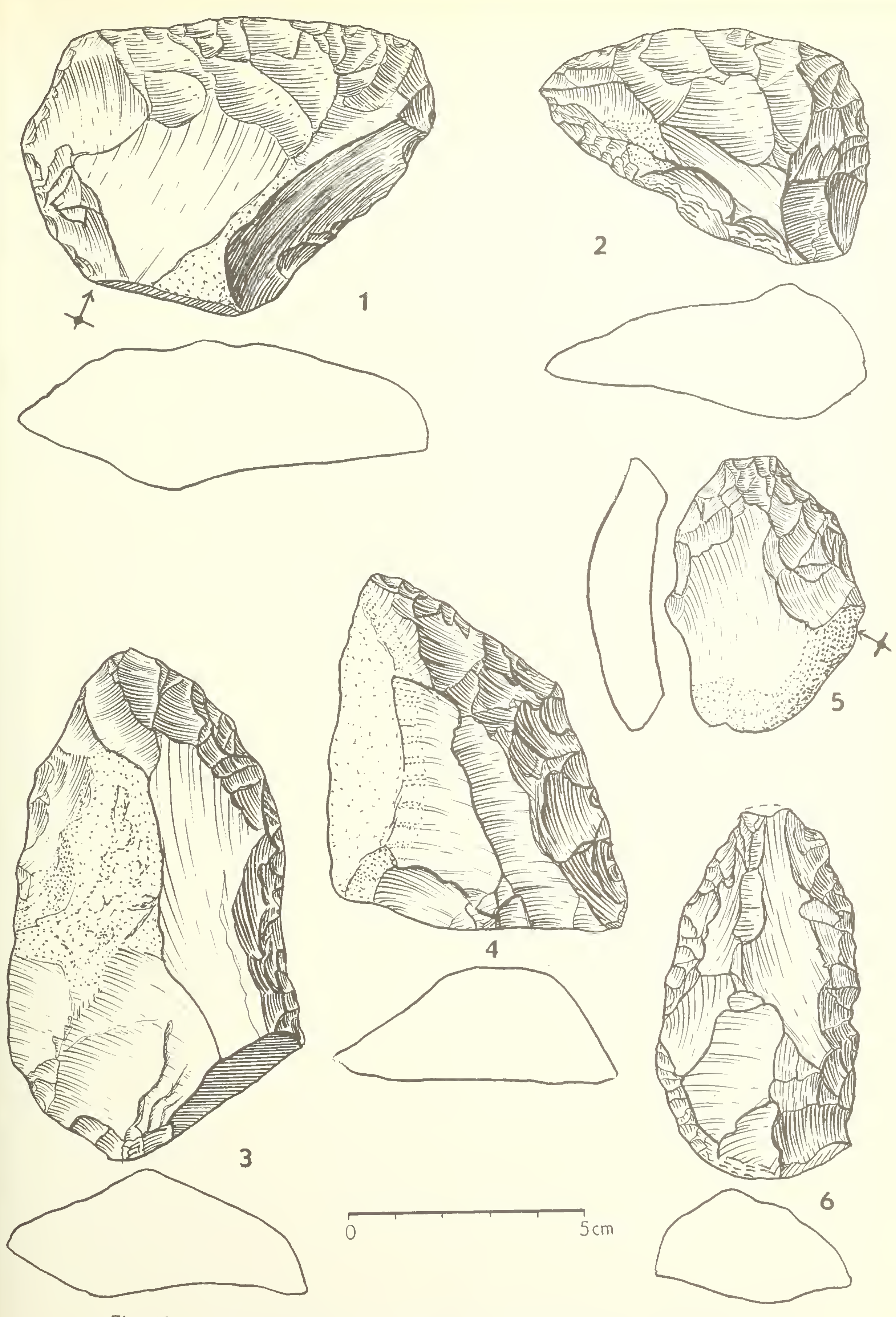


Fig. 18. — LES PENDUS. N° 1, RACLOIR TRANSVERSAL CONVEXE ; N° 2, RACLOIR DEJETE ; N° 3, RACLOIR CONVERGENT CONVEXE ; N° 4, RACLOIR SIMPLE CONVEXE, DEMI-QUINA ; N° 5, RACLOIR DEJETE ; N° 6, RACLOIR CONVERGENT CONVEXE.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bordes (F.) et Bourgon (M.). — Le gisement du Pech de l'Azé-Nord. Campagne 1950-1951. Les couches inférieures à Rhinoceros Mercki, *B.S.P.F.*, n° 11-12, novembre-décembre 1951. p. 520-538, 5 fig.

2. Bordes (F.). — Typologie du Paléolithique ancien et moyen, *Publ. de l'Inst. de Préhist. de l'Université de Bordeaux*, mém. n° 1, Delmas, Bordeaux, 1961, 2 t., 83 p., 11 fig., 108 pl.

3. Bordes (F.). — Le Paléolithique dans le monde. *Cours polycopié*, Bordeaux, 1965.

4. Chavaillon (J.). — Quelques aspects typologiques du Paléolithique inférieur de la Charente (collections particulières et musées), *B.S.P.F.*, LVIII, 1961, n° 11-12, p. 776-786, 5 fig.

5. Gourgues (A. de). — *Dictionnaire topographique de la Dordogne*, Imprimerie Nationale, Paris, 1873.

6. Guichard (J.). — Note préliminaire sur l'étude des limons du Bergeracois (Dordogne), *Bull. Soc. Géol. de France* (7), V, 1963, p. 489-494, 3 fig.

7. Guichard (J.). — Un faciès original de l'Acheuléen : Cantalouette (commune de Creysse, Dordogne), *L'Anthropologie*, t. 69, n° 5-6, 1965. p. 413-464, 34 fig.

8. Sonneville-Bordes (D. de). — Stations acheuléennes de la Vieille-Castille : Torralba et Ambrona. *L'Anthropologie*, t. 69, n° 5-6, 1965, p. 600 et 601.

9. Tixier (J.). — Le hachereau dans l'Acheuléen nord-africain. Notes typologiques, *Congrès préhistorique de France*, compte rendu de la XVe session, Poitiers-Angoulême 1956, p. 914-923, 2 fig.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 15 MARS 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 6

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

FIGURES DE DESSICATION ET PHÉNOMÈNE DE "PRISE" AFFECTANT DES GALETS DE VASE CALCAIRE VISQUEUSE SUR LES RIVES DE BASSINS LIMNIQUES AQUITAINS DURANT LE PALÉOGÈNE

M. GOTTIS

Laboratoire de Géologie Dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 6

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 7 MAI 1966

Figures de dessication et phénomène de "prise" affectant des galets de vase calcaire visqueuse sur les rives de bassins limniques aquitains durant le paléogène

par Maurice GOTTIS

Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

La tranchée creusée entre Carbon-Blanc et le château de Serres pour le passage de l'autoroute Nord (1) permet l'observation d'une coupe de plusieurs mètres de hauteur montrant (pl. I, fig. 1) le ravinement d'argiles grisâtres appartenant à la formation de Castillon (A) par des graviers et des sables d'âge vraisemblablement pliocène (B).

La figure de discordance de ces deux entités stratigraphiques est soulignée, au sein d'argiles appartenant à la formation lacustre de Castillon, par le développement de quelques bancs calcaires ou cordons de galets calcaires (a-b-c-d) matérialisant la disposition uniformément et faiblement inclinée de cette assise. Parmi ces horizons résistants, deux variétés retiennent particulièrement l'attention :

a) Les cordons de galets. L'examen de ces galets montre dès l'abord qu'il s'agit de « galets mous » modelés dans une vase visqueuse de nature calcaire très riche en fines particules détritiques : quartz et muscovite (40 à 120 μ). L'existence de tels galets mous de nature calcaire était jusqu'ici sinon inconnue (CAILLEUX, 1936), du moins rarement citée (PONCET J., 1963).

La forme polygonale de certains éléments (pl. II, fig. 1 et 2) conduit à supposer que les matériaux qu'ils constituent ont été empruntés à des polygones de dessication d'un limon fraîchement déposé. Une nouvelle inondation a mobilisé ces « muds cracks » et les a entraînés sous forme de galets vers une destination plus lointaine où ils ont été accumulés.

Selon l'état de durcissement auquel ils étaient parvenus au moment de la seconde inondation ces galets ont été l'objet de modelages divers (pl. IV, V, VI).

Les écailles les plus indurées ont été transportées telles quelles et ont fini par se dessécher

(1) Que M. FERRAND, géologue aux Ponts et chaussées de Bordeaux qui a eu l'amabilité de me présenter cette coupe trouve ici l'expression de mes plus sincères remerciements.

montrant un système de fentes radiales largement béantes, 2 à 3 mm, découpant la périphérie de ces écailles en secteurs larges de 1 cm. Vers le centre de la face supérieure la plupart de ces fentes n'intéressent que « l'écorce » du galet et se fondent plus ou moins en un réseau polygonal de maille inférieure ou égale au centimètre. Sur la face inférieure, les fentes présentent un moindre développement, la zone centrale n'étant pas affectée par le phénomène dont la polarité est de ce fait bien soulignée (pl. III, fig. 1 et 2). Une section transversale dans un tel galet montrerait un nucleus épargné par la réimbibation dont les contours peuvent être soulignés par une auréole d'oxyde de manganèse. En lame mince, les particules constituant la roche ne paraissent pas présenter d'orientation particulière dans les diverses parties des galets. De telles structures liées à l'assèchement d'un lac éocène inférieur, puis à l'immersion yprésienne, sont également connues à Saint-Palais, près de Royan, sur la plage de l'anse du Pont du Diable (pl. VII, fig. 1).

Certaines de ces écailles présentent une forme arquée inverse de celle résultant généralement d'une simple dessication, c'est-à-dire qu'elles sont légèrement convexes et non pas concaves vers le haut (pl. IV, fig. 2). Des phénomènes analogues ont été décrits par plusieurs auteurs. E.M. Kindle (1917) a obtenu des écailles à convexité tournée vers le haut sur des matériaux expérimentaux constitués de vases salées soumises au dessèchement. Lancaster et Burling (1917) ont observé de telles figures sur les surfaces de stratification des dolomies de Lockport Niagara. Enfin, plus récemment, M. J. Bajas a observé et figuré des écailles analogues dans les vases de la baie du Mont-Saint-Michel (*Revue de géographie physique et géologie dynamique*, vol. VIII, fasc. 1, p. 68, fig. 56).

Les éléments de boue calcaire les moins indurés ont été roulés dans un état pâteux de faible viscosité, la vase se repliant sur elle-même plusieurs fois au cours de transport et incorporant, telles des boules de neige, des débris provenant de corps déjà indurés et démembrés (pl. V, fig. 1 et 2).

Certains galets de petite taille sont presque sphériques et affectés de fissures étoilées (pl. IV, fig. 1), d'autres simulent diverses préparations de pâtisserie : allumettes, croissants, choux à la crème (pl. I, fig. 2 ; pl. V, fig. 1 et 2), d'autres enfin, plus volumineux, de forme ellipsoïdale, présentent selon l'équateur de leur plus grande dimension, un bourrelet annulaire d'un centimètre d'épaisseur (pl. VI, fig. 1 et 2). Ce bourrelet conférant au galet un aspect de « rissole » présente des fissures de dessication de dimensions variables, à l'exclusion de l'ellipsoïde qu'il entoure. Il semble qu'une telle disposition résulte d'un début d'écoulement de la vase visqueuse sur la périphérie du galet a demi enfoncé dans la surface d'un glacis argilo-sableux rapidement essoré, analogue aux slikkes de notre littoral atlantique, et auquel ses propriétés tyxotropiques conféraient une rigidité suffisante pour supporter le galet et son auréole d'écoulement.

b) *Un niveau épais de* 0.20 *à* 0.50 *m*, constitué par un treillis de tubulures calcaires enchevêtrées et ramifiées à partir de sections de tubes verticaux (pl. II, fig. 2). Les mailles de ce tissu sont emplies d'argile lacustre verdâtre. La surface de ces tubulures est ornée de côtes irrégulières et localement de fissures de retrait bien caractérisées. Cinq centimètres d'argile uniformément étendue sépare cette construction d'un horizon très mince et discontinu, constitué par un pavage de galettes circulaires de calcaire de 1 à 2 cm d'épaisseur et de 5 à 10 cm de diamètre (pl. II, fig. 1). Ces éléments montrent des fentes de dessication largement développées à leur surface supérieure.

Le treillis de tubulure fait songer à la fossilisation d'une matte lacustre par moulage de racines ou rhizomes, après leur décomposition, par une boue calcaire très fluide. La manifestation des fentes de retrait peut être contemporaine de l'exondation témoignée par les galettes desséchées.

Ces quelques observations apportent à l'analyse des vicissitudes des flaques lacrustes de l'Oligocène inférieur du Bordelais quelques éléments d'information. Elles soulignent surtout le comportement des vases lacustres calcaires dont la lithification peut intervenir subitement après une période plus ou moins longue durant laquelle ces vases demeurées inertes avaient conservé un état visqueux. Un phénomène de « prise » analogue à celui des liants hydrauliques a manifestement coïncidé avec l'exondation et la perte d'un certain volume d'eau interstitielle.

Cette « hydraulicité » ne serait-elle pas liée à la transformation d'un dépôt initial d'aragonite en calcite ?

J'avais d'abord pensé que cette « prise » était liée à un changement d'état du carbonate. Celui-ci se serait éventuellement décanté sur le fond des lacs yprésiens et oligocènes sous forme de microcristaux d'aragonite et maintenu en semi-suspension visqueuse. Après une première exondation le malaxage de cette pâte par des eaux moins saturées se serait accompagné d'une dissolution partielle des cristaux, le ressuiement et l'évaporation ulterieure d'une partie de l'eau des galets sur les rivages exondés auraient pu provoquer la recristallisation du carbonate en calcite. L'augmentation de volume de la masse cristallisée en calcite par rapport au volume précédent de l'aragonite aurait compensé la perte d'eau, l'enchevêtrement des nouveaux cristaux consécutifs à cet accroissement de volume, donnant la prise. Il semble toutefois, d'après les propos verbaux échangés avec MM. les professeurs Gay et Farrand que ce phénomène trop lent, étant donné la différence d'architecture des réseaux cristallins des deux espèces de carbonate, n'aurait pas permis de figer des figures d'écoulement visqueux.

Il paraîtrait alors plus vraisemblable d'admettre qu'au cours de la régression des eaux du lac puis du dessèchement partiel des galets une certaine concentration de sels dissous, notamment de sulfates, de sulfo-aluminates ou bien encore des silicoaluminates, se soit opérée et que ces solutions concentrées aient dès lors pu « catalyser » en quelque sorte le phénomène de prise. Toutefois l'analyse des constituants insolubles à l'HCl de ces galets ne permet pas, pour le moment, de confirmer cette hypothèse. L'étude de ces résidus, effectuée au Laboratoire de géologie de Talence par M. Latouche, a mis en évidence parmi les éléments non argileux (diffractogramme de poudre) la présence de quartz qui constitue le minéral dominant et de feldspaths plagioclases et accessoirement alcalins. L'analyse sur lame orientée de la fraction granulométrique inférieure à 2 microns a révélé la composition suivante :

— Montmorillonite .... 40 %
— Illite .... 30 %
— Chlorite .... 20 %
— Kaolinite .... 10 %

L'ensemble de ces minéraux paraît présenter un excellent état de cristallisation, notamment la chlorite dont la raie à 0,01 reste inchangée après traitement de l'argile au four à 550° 2. En l'absence de toute raie caractéristique de minéral sulfuré sur les diagrammes de diffraction une recherche du soufre par spectographie X a été effectuée. Une faible raie de cet élément a été observée, un dosage semi-quantitatif permettrait d'estimer la teneur en soufre du résidu analysé à 0,02 %. Il ne semble donc pas que cette très faible teneur en soufre permette de conclure à l'éventualité de l'intervention de composés de cet ordre dans la prise du ciment calcaire.

B

A

Fig. 1
Vue d'une paroi de la tranchée de l'autoroute à l'W de Carbon-Blanc.



Fig. 2
Cordon de galets modelés dans une vase visqueuse.

Fig. 1
Cordon de « galettes » calcaires dont la face supérieure montre des fentes de dessication.

Fig. 2
Treillis de tubulures calcaires ornées de fentes de dessication.

Planche III

Galet calcaire polygonal à fentes de dessication.

Fig. 1. Face supérieure.

Fig. 2. Face inferieure.

Fig. 1

Fig. 2

Ecaille de dessication convexe vers le haut.

Planche V

Galet modelé dans une vase visqueuse ayant incorporé des corps de moindre volume.

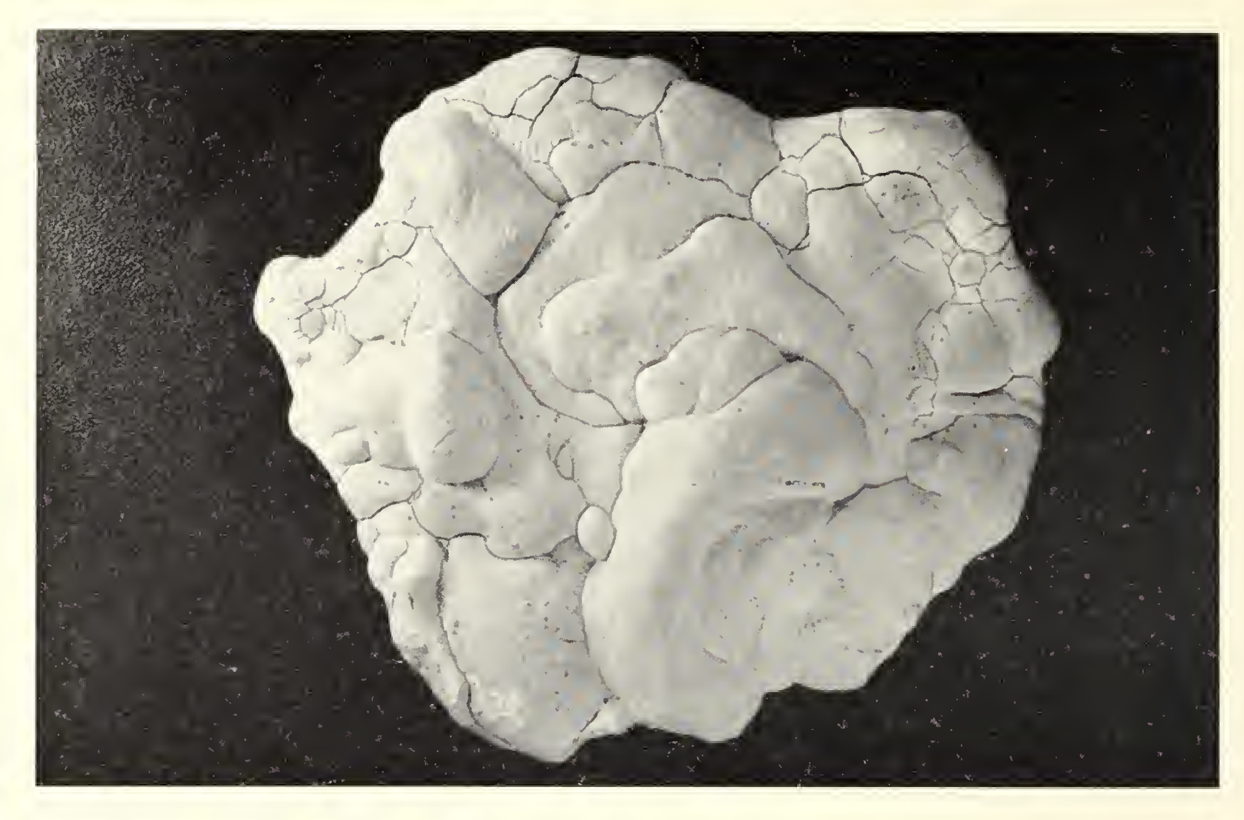


Fig. 1 Face supérieure aplatie.

Fig. 2
Face inférieure comportant un bouton central.

Galet modelé dans une vase visqueuse et comportant un bourrelet annulaire marquant la ligne de flottaison du corps à demi plongé dans la vase argileuse ambiante.



Fig. 1 Vue de profil.



Fig. 2 Vue de la face supérieure.

Fig. 1
Galet yprésien provenant d'un polygone de dessiccation d'une vase calcaire lacustre de l'Eocène inférieur (Saint-Palais, Charente-Maritime).

Fig. 2
Galet d'argile calcaire éocène provenant d'un polygone de dessication actuel et portant comme le galet de la fig. 1 sur sa face supérieure de petites écailles de dessiccation. (Catalogue.)

BIBLIOGRAPHIE

Bajas (J.), 1966. — Figures et structures sédimentaires dans la zone intertidale de la baie du Mont-Saint-Michel. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, (2), vol. VIII, fasc. 1, p. 68, fig. 56.

Bruet (E.), 1942. — Contribution à l'étude de certaines concrétions de lacs et de cours d'eau de l'Amérique du Nord. *B.S.G.F.*, (5), t. XII, p. 3.

Cailleux (A.), 1935. — Les roches sédimentaires de France : roches carbonatées. Masson, éd., Paris, 447 p., 9 fig., 26 pl.

Cailleux (A.), 1936). — Galets et grains mous. *B.S.G.F.*, (5), t. VI, p. 321-330.

Cayeux (L.), 1939. — Les « boulets calcaires » de la formation phosphatée du bassin de Gafsa (Tunisie) et enseignements qui découlent de leur étude. *C. R. Acad. Sc.*, t. CCVIII, p. 1951.

Durand-Delga (M.), 1955. — Etude géologique de l'W de la chaîne numidique. *Bull. du Serv. de la carte géol. Algérie*, (2), Stratigraphie, descriptions régionales, n° 24, p. 282 et 320.

Fuld (R.M.), 1916. — A preliminary paper of the origin and classification of intraformational conglomerate and breccia. *Ottawa Naturalist*, vol. XXX, p. 29 à 36 et 47 à 52.

Fourmarier (P.), 1950. — Principes de Géologie. Masson et Cie, éd., p. 218 et 710 à 718.

Glangeaud (L.). 1938. — Transport et sédimentation dans l'estuaire de la Gironde. *B.S. G.F.*, (5), t. VIII, p. 599 à 629.

Grabau (A.W.), 1913). — Principles of stratigraphy.

Hérard (H.), 1943. — Sur les terres à nodules calcaires et à pisolithes ferrugineux du delta central nigérien. *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXVII, p. 455.

Kindle (E.M.), 1917. — Some factors affecting the development of mud-cracks. *The Journ. of Geol. and related Sciences*, vol. XXV, p. 134-144, Johnson reprint corporation, New York.

Lafuma (H.), 1964. — Liants hydrauliques. Propriétés, choix, conditions d'emploi. Dunod, éd., Paris 6e.

Lancaster (O.) et Burling, 1917. — Downwarping along joint plans at the close of the Niagaran and Acadian. *The Journ. of Geol. and related Sc.*, vol. XXV, p. 145-147.

Lombard (A.), 1956. — Géologie sédimentaire. Les séries marines. Masson et Cie, éd., Paris, p. 341, fig. 71.

Lyell (C.), 1851-1857. — On fossil rain marks of the recent Triassic and Carboniferous periods. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. VII, p. 238-247 et vol. XIII, p. 199-206.

Pettijohn, 1949. — *Sedimentary rocks*. Harper Brothers, New York, p. 146, 149, 210.

PONCET (J.), 1964. — Couches infraformationnelles à galets primitivement mous dans l'Ordovicien moyen de la région de Caen. *C. R. VIe Congrès Intern. de sédimentologie*. Deltaïc Shallow marine deposits, p. 330-335, Elsevier Publishing C^o.

RICHARDSON (A.), 1919. — On the origin Septarian structure. *Mineral Mag.*, vol. XVIII, p. 326--338.

RICHTER (R.), 1922. — Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie VI, ton als Geröll in gleichzeitigen Sediment. *Senckenbergiana*, Bd. 4, Heft 5, p. 137-141.

RICHTER (R.), 1924. — XI Schlickgerölle, auf dem Meeresgrund entstehend, *Senkenbergiana*, Bd. 6, Heft 3/4, p. 163-165.

RICHTER (R.), 1926. — XVI Die Entstehung von Tongeröllen und Tongallen unter Wasser, *Senkenbergiana*, Bd. 8, Heft 5/6, p. 305-312.

RIVIÈRE (A.) et VERNHET (S.), 1957. — Contribution à l'étude physico-chimique de la sédimentation calcaire. *C.R. Acad. Sc.*, t. CCXXXXIV, p. 2080-2083.

RIVIÈRE (A.) et VERNHET (S.), 1958. — Contribution à l'étude géochimique des mécanismes de la sédimentation carbonatée en milieu lagunaire. *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXXXXVI, p. 2784-2787.

RIVIÈRE (A.) et VERNHET (S.), 1964. — Contribution à l'étude de la sédimentologie des sédiments carbonatés. *C. R. VIe Congrès Intern. de Sédimentologie* (1963). Deltaïc and shallow marine deposits, Elsevier publishing C^o, éd., p. 356-361.

SHROCK, 1948. — Sequences in layered rocks. Mc Graw Hill, 507 p., 397 fig.

TWENHOFEL (W.H.), 1921. — Impressions made by bubbles. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 32, p. 369-370.

TWENHOFEL (W.H.), 1961. — Treatise on Sedimentation. Dover Publishing Inc., New York, 2e vol., 2e édit.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 24 FÉVRIER 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 7

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

SUR QUELQUES FIGURES DE SÉDIMENTATION DANS LE PORTLANDIEN DU LOT ET SUR LEUR CADRE PALÉOGÉOGRAPHIQUE EN AQUITAINE SEPTENTRIONALE

J. DELFAUD et M. GOTTIS
Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 7

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 1er OCTOBRE 1966

Sur quelques figures de sédimentation dans le portlandien du Lot et sur leur cadre paléogéographique en Aquitaine septentrionale

par Jean DELFAUD et Maurice GOTTIS

Laboratoire de Géologie Dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

L'Aquitaine septentrionale a connu durant le Jurassique supérieur des conditions de sédimentation variables dans le temps mais d'extension géographique relativement uniforme. Cet état de choses paraît avoir été brutalement modifié après le dépôt des marnocalcaires plus ou moins noduleux à *Gravesia*.

Plusieurs domaines semblent dès lors s'être individualisés où la sédimentation s'est trouvée confinée dans les limites plus étroites ; elle y a évolué en marge du milieu marin franc et de façon différente pour chacun de ces bassins secondaires. Ce phénomène n'est apparemment pas sans liaison avec la manifestation de tendances positives affectant une zone singulière où plus tard, la transgression cénomanienne s'est développée en discordance sur diverses formations jurassiques. Cette zone haute s'étendait à travers le Bordelais selon une direction que l'on peut imaginer NW-SE. Elle séparait le bassin de Parentis du golfe charentais largement ouvert sur la mer et vraisemblablement en communication par l'W avec le bassin anglais (GILLARD, 1944). Cette gouttière paraît avoir été subdivisée par une série de seuils ou paliers sous-marins allongés du SW vers le NE. Un tel dispositif transverse est certainement responsable de l'individualisation d'un domaine particulier à l'extrémité distale orientale de ce même golfe.

Depuis la zone réeifale, subsistant si paradoxalement dans le Portlandien supérieur de la Tour Blanche (2), jusqu'au Lot, entre Cahors et Fumel à l'affleurement, le Portlandien supérieur est représenté par une accumulation de calcaires en lits laminaires de un cinquième à un dizième de millimètre d'épaisseur. Ces lits présentent géneralement un grano classement conduisant à l'individualisation de trois feuillets élémentaires de texture successivement micrograveleuse, microgrenue et granogrumeleuse.

Le feuillet granogrumeleux terminant cette séquence-unité est fréquemment craquelé selon une maille de l'ordre du vingtième de millimètre. Les éléments ainsi détachés peuvent alimenter la sédimentation de la lamelle granogrumeleuse de la base de la séquence suivante.

Les lits ainsi définis se groupent en faisceaux de 3/4 millimètres séparés par des passées de 1 à 4 m de texture granogrumeleuse et de teinte plus sombre. Des rythmes plus importants conduisent à la formation d'ensembles cohérents formant des bancs décimétriques à métriques. Ces bancs se groupent à leur tour en séquences ayant pour origine et aboutissement des lits de calcaires massifs généralement parcourus d'innombrables terriers (pl. II, fig. 2). Les parois de ces terriers sont tapissées

de traces de griffes qui incitent à y voir l'œuvre d'Arthropodes. Cette succession se termine par un complexe dolomitique supportant par place des flaques d'argiles attribuées sur la feuille de Gourdon au Purbeckien.

Les laminae qui constituent ainsi la masse sédimentaire de ce Portlandien supérieur offrent une série de structures sédimentaires qui plaident en faveur de conditions très peu profondes de dépôt. Certains niveaux sont affectés dans toute leur épaisseur de microrides empilées (pl. II, fig. 1) de deux centimètres de longueur et de un demi-centimètre d'amplitude. En certains points des rides exceptionnelles en formes de dômes de 1 à 2 centimètres d'élévation moulent des géodes (pl. I, fig 2) et (pl. III, fig 2) disposées en lits plus ou moins réguliers et parfois prolongés vers le bas par une section tubulaire mal définie. Ces faits suggèrent :

a) La manifestation d'ondes stationnaires de très faible longueur et de compétence analogue à celles qu'une faible brise crée sur des flaques d'eau dormante de très faible épaisseur (Tanner, 1958-1960). Les vases fines constituant ce dépôt devraient donc leur structure à un tel clapotis et par ailleurs, à la manifestation d'un cycle dynamique parfaitement rythmique de courte durée.

b) La concentration de corps gazeux, air emprisonné, gaz de fermentation des produits organiques en grosses bulles migrant vers le haut au sein de la vase mais incapables, du fait d'un début précoce de lithification de certaines couches, de se frayer, au cours de la compaction, un passage jusqu'à la surface du sédiment.

Plusieurs rythmes mineurs se trouvent pratiquement limités par des surfaces affectées de fissures dessinant des polygones de dessication et criblées d'impacts de gouttes de pluie (pl. IV, fig. 1 et 2).

Ces diverses observations conduisent à penser qu'à la fin des temps jurassiques la mer, affectée de fortes marées, dessinait dans la région considérée un golfe profond où s'accumulaient des vases calcaires analogues à la tangue de nos baies atlantiques. Le dépôt des films successifs de vase, la nature rythmique de la texture de ces lits pourraient, comme pour la tangue, être liés à la dynamique rythmique des marées.

La formation des polygones de dessication pourrait s'être opérée durant de grandes marées saisonnières dont l'amplitude exceptionnelle ne serait pas étrangère au régime de vents également saisonniers.

L'absence de concentrations salines contraste fortement avec la nature de la sédimentation développée dans la lagune qui a succédé, durant le Purbeckien, au golfe charentais. Cette absence d'évaporites au Portlandien supérieur suppose, semble-t-il, une pente continue du fond marin vers le large. Les solutions salines concentrées, plus denses, opérées dans le domaine couvert d'une faible tranche d'eau devaient être évacuées, par gravité, au fur et à mesure du phénomène de concentration.

Liée à l'orogénèse infracrétacique, si bien manifestée plus au S, une arête peut-être sous-marine, mais continue, a dû, au contraire, barrer à l'W des terres actuelles le fond du golfe durant le Purbeckien et le début du Néocomien. Le renouvellement des eaux ne s'opérait plus alors que par la surface et les solutions concentrées plus denses se trouvaient piégées à l'E de l'arête. La plus ou moins grande facilité des liaisons avec la mer ouverte plus occidentale et l'évolution de l'érosion sur le domaine continental voisin se sont traduits par le caractère polygénique de l'accumulation réalisée dans cette région. Là, sur plusieurs centaines de mètres, se succèdent des séquences argilo-calcaires plus ou moins détritiques, se terminant souvent par d'épaisses lentilles d'évaporites où domine le gypse.

Ce complexe gypsifère si bien décrit par Coquand[1], était-il contemporain de l'érosion de la dorsale bordelaise et partiellement synchrone des problématiques assises néocomiennes à *Neocomites* et *Holcostephanus* rencontrés dans les sondages JAU 1 et VERDON 1, en superposition directe sur le Kimméridgien ?

Ainsi s'ébaucheraient les contours encore flous d'un paysage mouvant et que des études en cours, il est permis de l'espérer, permettront de préciser.

---

(1) Ces sondages ont été exécutés par la Compagnie d'exploration pétrolière. Les auteurs remercient la direction de cette société de leur avoir permis de mentionner cette information importante.

Planche I

Fig. 1
Une carrière dans le Portlandien supérieur près de Creyssac (Lot).

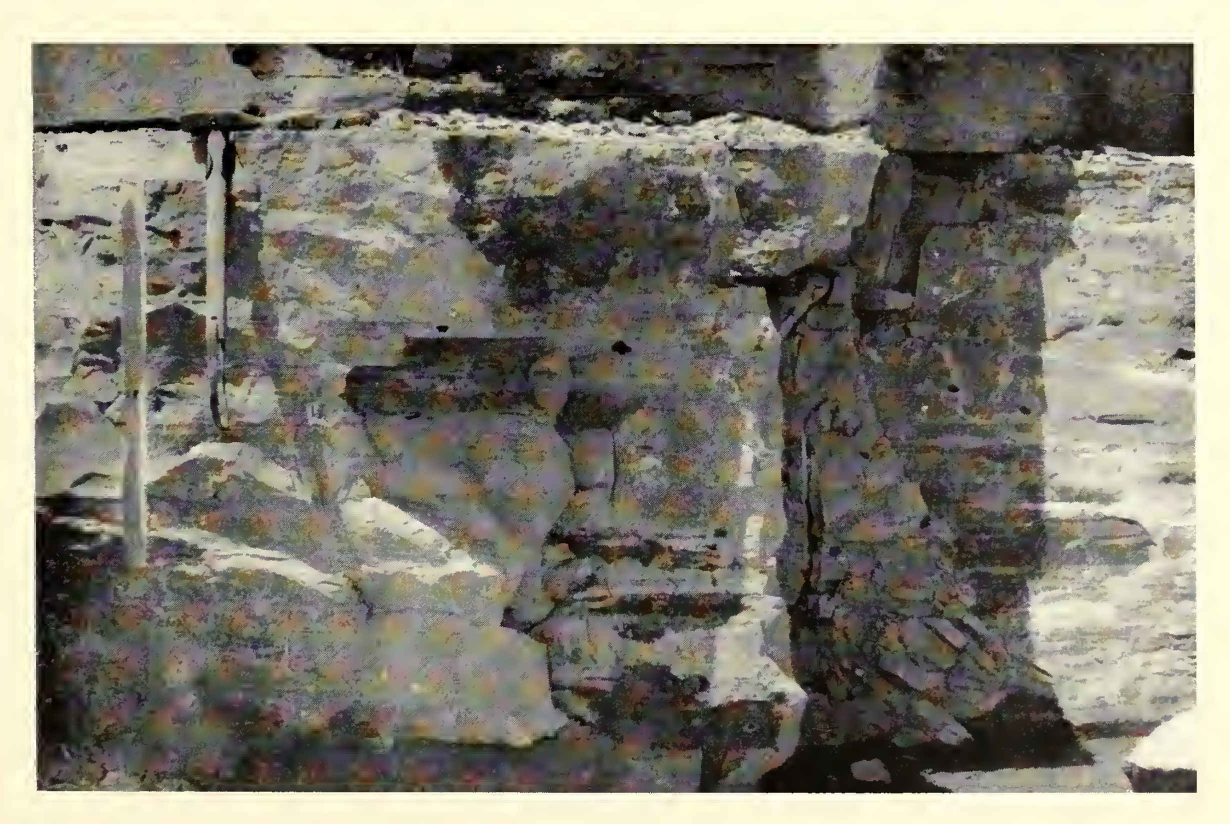


Fig. 2
Détail de la figure 1 : dépôt laminaires à lits de géodes.

Fig. 1
Petites rides affectant les dépôts laminaires. Les crêtes de ces rides sont arrondies témoignant d'une très faible profondeur d'eau (W. TANNER, 1958).



Fig. 2
Terriers d'arthropodes creusés dans les bancs de calcaire massif limitant les séquences laminaires.

Fig. 1
Microrides d'oscillation interférentes en réseau polygonal.



Fig. 2
Bulle de gaz emprisonnée au sein des couches laminaires dans les anfractuosités d'une ancienne surface de dessication.

Fig. 1
Réseaux de fentes de dessication et cratères de gouttes de pluies à la surface des bancs au sein des séries laminaires.



Fig. 2 (détail de la fig. 1.)

BIBLIOGRAPHIE

Géologie régionale :

1. Coquard (H.), 1838-1862. — Deseription physique, géologique, paléontologique et minéralogique du département de la Charente. T. I et II, Barlatier, Feissat et Demouehy, Marseille.

2. Delfaud (J.), 1963. — Contribution à l'étude de sédimentologie stratigraphique du passage Jurassique-Crétaeé en Aquitaine sud oeeidentale. Thèse de 3e eyele, Faeulté des Seienees de Bordeaux.

3. Gillard (P.), 1944. — Contribution à la stratigraphie de la Saintonge méridionale (feuille de Saintes au 1/80 000e). Comptes rendus des Collaborateurs. *B.S.C.G.F.*, t. XLV, (eampagne 1943) n° 216, p. 135-170.

4. Glangeaud (Ph.), 1895. — Le Jurassique en bordure et à l'Ouest du Plateau Central. *B.S.C.G.F.*, t. VII, n° 50, 255 p.

5. Glangeaud (Ph.), 1897. — Sur le Jurassique supérieur des environs d'Angoulême. *B.S.G.F.* (3), t. XXV, p. 32-33.

6. Glangeaud (Ph.), 1898. — Le Portlandien du bassin d'Aquitaine. *B.S.C.G.F.*, t. X, n° 62, p. 25-62.

7. Servant (M.). 1962. — Etude sédimentologique et lithostratigraphique des formations du Jurassique terminal en Charente. Thèse 3e eyele, Faeulté des Seienees de Bordeaux.

8. Service de la carte géologique de la France. — Cartes géologiques détaillées, éehelle 1/80 000e : feuilles et notices explieatives de : Angoulême (n° 162), Gourdon (n° 194), La Roehelle (n° 152), Saint-Jean-d'Angély (n° 153).

Sédimentologie :

9. Bajar, 1966. — Figures et struetures sédimentaires dans la zone intertidale de la baie du Mont Saint-Miehel. *Revue de Géographie physique et Géologie dynamique* (2), vol. III, fase. 1, fig. 56, p. 68.

10. Kindle (E.M.), 1917. — *a*) Reeent and fossil ripple marks. *Mus. Bull. n° 25, Geol. Survey Canada.*

11. Kindle (E.M.), 1917. — *b*) Some factors affeeting the development of mud-eraeks. *The Journ. of Geol. and related Sciences*, vol. 25, p. 134-144.

12. Mathieu (R.), 1966. — Struetures sédimentaires et dépôts de la zone intertidale dans la partie oeeidentale de la baie du Mont Saint-Miehel. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique* (2), vol. VIII, fase. 1, p. 113-122.

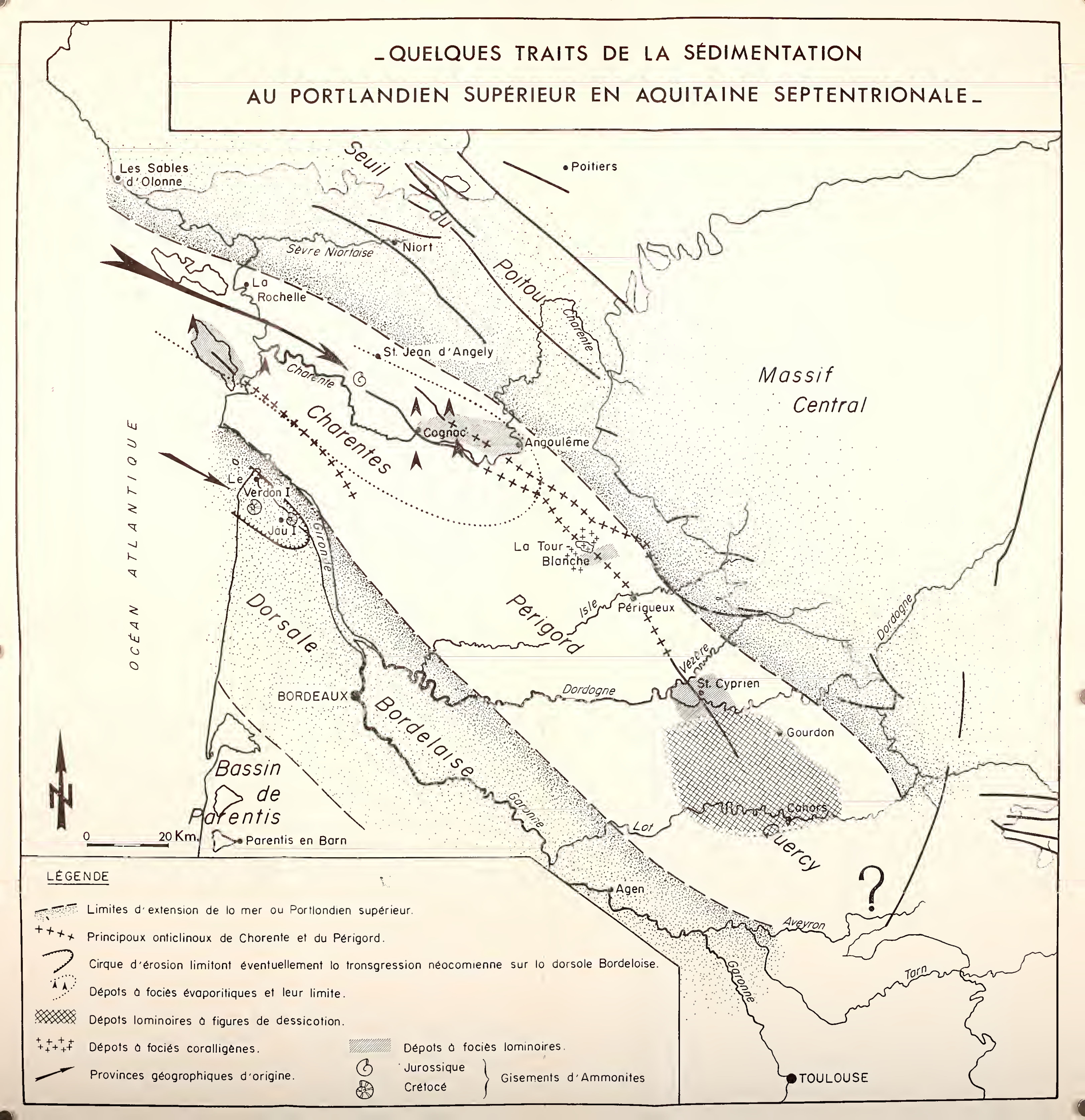
13. Tanner (W.), 1958. — An oeeurenee of flat topped ripple marks. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 28, n° 1, p. 95-96.

14. Tanner (W.), 1960. — Shallow water ripple marks varieties. *Journ. of Sedim. Petrol.*, vol. 30, n° 3, p. 481-485.

15. Twenhofel (W.H.), 1961. — Treatrise on Sedimentation. Dover Publishing Ine. New York, 2e vol., 2e édit.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 24 FÉVRIER 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967



–QUELQUES TRAITS DE LA SÉDIMENTATION
AU PORTLANDIEN SUPÉRIEUR EN AQUITAINE SEPTENTRIONALE–
Seuil du Poitou
Poitiers
Les Sables d'Olonne
Sèvre Niortaise
Niort
La Rochelle
Charente
St. Jean d'Angely
Massif Central
Charentes
Cognac
Angoulême
OCÉAN ATLANTIQUE
Le Verdon I
Jau I
Gironde
La Tour Blanche
Dorsale
Périgord
Isle
Périgueux
Dordogne
Vézère
St. Cyprien
BORDEAUX
Bordelaise
Gourdon
Bassin de Parentis
Garonne
Lot
Cahors
Quercy
0
20 Km.
Parentis en Barn
Agen
?
Aveyron
Tarn
TOULOUSE
LÉGENDE
Limites d'extension de la mer au Portlandien supérieur.
Principaux anticlinaux de Charente et du Périgord.
Cirque d'érosion limitant éventuellement la transgression néocomienne sur la dorsale Bordelaise.
Dépots à faciès évaporitiques et leur limite.
Dépots laminaires à figures de dessication.
Dépots à faciès coralligènes.
Provinces géographiques d'origine.
Dépots à faciès laminaires.
Jurassique
Crétacé
Gisements d'Ammonites

TOME 103 1966 Série B - N° 8

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

IMPORTANCE et RÉPARTITION PALÉOGRAPHIQUE DES CYANOPHYCÉES dans le complexe fluvio-lacustre dit des "Calcaires de Castres" (Tarn)

M.-P. MOULINE
Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 8

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 5 MARS 1966

Importance et répartition paléographique des CYANOPHYCÉES dans le complexe fluvio-lacustre dit des "Calcaires de Castres" (Tarn)

par Michel-Philippe MOULINE

Laboratoire de Géologie dynamiqne
Faculté des Sciences de Bordeaux

RÉSUMÉ

Des structures organo-sédimentaires attribuables à des développements d'Algues du groupe des Cyanophycées, accidentent les dépôts complexes d'origine fluvio-lacustre du Tertiaire d'Aquitaine. Une étude sommaire des caractères pétrographiques et des manifestations des divers arrêts de sédimentation qui divisent les différentes formations des calcaires de Castres-Labruguière, permet de donner une interprétation paléogéographique de ces diverses unités. Dans ce cadre paléographique, ont été replacées les différentes formations stromatolithiques du bassin qui seront au préalable étudiées à l'échelle de l'échantillon, puis de l'affleurement. Sommairement, on peut résumer l'interprétation que nous donnons de la signification paléogéographique des diverses formes de la manière suivante : Au centre du bassin, on ne rencontre que de petits pisolithes épandus sur les fonds. Dans les chenaux seulement, se trouvent localisés des pisolithes de taille plus importante et des formes appelées « Priapolithes ». Enfin, se développent, près des rivages, des cordons à « Priapolithes » dans lesquels sont prisonnières des momies de racines parfois énormes, en place, et où des lames stromatolithiques cloisonnent plus ou moins horizontalement de part en part cet ensemble. Ces lames, comme les dépôts qui les encaissent, sont souvent perforées de terriers, généralement liés à d'autres traces d'intense vie animale (formes fossiles attribuables à des œufs, par exemple). L'abondance des pollens de Schizéacées contenus dans les lignites associés à ces calcaires suggère l'existence d'herbiers à Schizéacées formant de véritables « mattes » filtrantes. Puis, au-delà des « mattes » sur le rivage lui-même, dans le faciès marno-sableux rouge, on rencontre de véritables « gâteaux d'Algues ».

INTRODUCTION ET REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans l'ensemble des phénomènes et objets naturels que l'on peut analyser et décrire lorsqu'on étudie les complexes fluvio-lacustres d'Aquitaine, un certain nombre leur sont communs et se retrouvent de formation en formation comme des leitmotivs. L'un d'entre eux, considéré ici plus pour l'intérêt de ses structures organo-sédimentaires que pour son attrait paléontologique, a attiré plus particulièrement notre attention : il s'agit des concrétions attribuables à des Algues du groupe des Cyanophycées.

Si l'on doit à P. BOREL en 1649, dans ses « antiquitez de Castres » la première description des stromatolithes du Castrais sous le nom de Priapolithes (et l'on devine à un tel nom de quelle savoureuse interprétation de la forme de ces concrétions, il accompagne ses descriptions), c'est à DUFRESNOY (1827) que l'on est redevable de la première étude scientifique des concrétions du calcaire de Castres et de la première comparaison de ces formations avec celles semblables des « calcaires de Narbonne, Nîmes, Aix, Marseille ». Ces accidents furent cités à nouveau en 1848 par DE BOUCHEPORN sous le nom de concrétions pisolithiques de Castres. G. BAECKEROOT (1953) a le premier, attribué la formation de ces nodules concrétionnés à l'activité des Algues dont seuls, demeurent, parmi « leurs fantômes » quelques filaments et groupements de filaments en pinceaux. De tels stromatolithes sont observables dans des faciès divers :

— Séries molassiques, telles que la molasse de Blan, d'âge Bartonien près de Puylaurens, au sommet de la formation, ou les complexes fluvio-deltaïques de Puygauzon-Montsalvy en Albigeois, d'âge Stampien.

— Formations argilo-calcaires telles que celles de Briatexte en pays Vaurais ou celles plus calcaires des Causses du Castrais. Parmi ces derniers, l'un d'eux, le Causse de Labruguière forme un long plateau suspendu au S et au SE au-dessus de la vallée de Thoré et qui s'incline doucement vers le NW pour s'ennoyer sous des formations sédimentaires argileuses rouges parfois plus ou moins calcaires ou plus ou moins sableuses, produit de remaniement de sols latéritiques. Cette table de calcaire longue d'une dizaine de km et presque aussi large, a le mérite d'être disséquée par de profonds ravins assez abrupts pour que les bancs et leurs joints restent perpétuellement dénudés et permettent en général, d'obtenir des séries d'observations non interrompues ou facilement raccordables. Nous l'étudierons donc ici, plus particulièrement.

CADRE GÉNÉRAL DANS LEQUEL S'INSÈRENT CES FORMATIONS

1. Cette table est découpée au sein des « Calcaires de Castres » de l'Eocène moyen. Ceux-ci composaient jadis un ensemble plus vaste, aujourd'hui fragmenté en plusieurs compartiments et dont les trois plus importants sont, en reprenant les expressions créés par BAECKEROOT : le Causse de Saint-Hyppolite au N, le Causse nu de Labruguière-Augmontel qui nous intéresse ici et qui occupe une position médiane et au S, le Causse d'Aiguefonde-Lacalm dont le bord S dessine, près d'Escoussens, un système de petits éperons pointés vers le S, en direction de la Montagne Noire, après s'être ennoyé, au niveau du méridien de Labruguière, sous les séries dites « bartoniennes » composées à la base de faciès argilo-calcaires rougeâtres où s'intercalent des lentilles de molasse dures, de faible épaisseur et de rares bancs de calcaire souvent gréseux, parfois riches en Characées ou en Gastéropodes, tel le niveau dit de la ferme de Ganes qui affleure au S du Thoré en particulier depuis Nougares jusqu'au delà des Colombiers, en passant par les Gaux.

Si, pour l'instant, on ignore la nature du substratum du Causse d'Aiguefonde-Lacalm-Escoussens, par contre, on sait, grâce à de nombreuses coupes levées dans le Rieu Favie, sur les rebords E et SE du Causse de Labruguière et au N de Castres, vers la Borie Basse, que le « calcaire de Castres » au moins pour les couches supérieures est transgressif sur la séquence détritique, gréseuse et molassique des faciès Amandinois des « Argiles à graviers dites de Mazamet ». Quant aux calcaires

---

Fig. 1. — CARTES DE SITUATION DES RÉGIONS ÉTUDIÉES.

A. SW de la France avec dans le rectangle la région agrandie en *B.*

B. Carte des régions étudiées par nous avec dans le rectangle la zone intéressée par cette étude.

1. Socle anté-éocène.
2. Eocène inférieur.
3. Eocène moyen et supérieur.
4. Oligocène.
5. Pleistocène et formations actuelles.



Fig. 2.

1-2. Terrasses dites « inférieures » et « basses terrasses », alluvions subactuelles et actuelles des cours d'eau secondaires.

3. Dépôts alluviaux en nappes, souvent caillouteux riches en quartz patinés dits de « la terrasse moyenne », faciès apparentés aux cailloutis de la Madeleine et de Saix.

4. Formations superficielles colluviales associées à la formation précédente.

5. Formations colluviales et éluviales postwurmiennes du type « Reverset » recouvrant ici l'équivalent latéral d'un faciès de piedmont dit « Brèche mortadelle de Dourgne ».

6. Faciès deltaïques du type Saint-Germier-Arlausse-Mont de Saix d'âge présumé Bartonien.

7. Faciès molassique du type molasse de Navès.

8. Calcaire lacustre dit « du Verdier ».

9. Faciès argilo-molassique à faciès molassique gréseux dominant.

10. Niveau de molasse dure à stratifications entrecroisées.

11. Faciès argilo-calcaires rougeâtres ou versicolores, parfois détritiques au sommet.

12. Calcaire lacustre dit de la « ferme de Ganes » et ses équivalents latéraux.

13. Calcaires dits de « Castres et du Causse de Labruguière ».

14. Faciès argileux et gréseux du type amandinois et leurs produits de remaniements post-tertiaires.

15. Primaire.

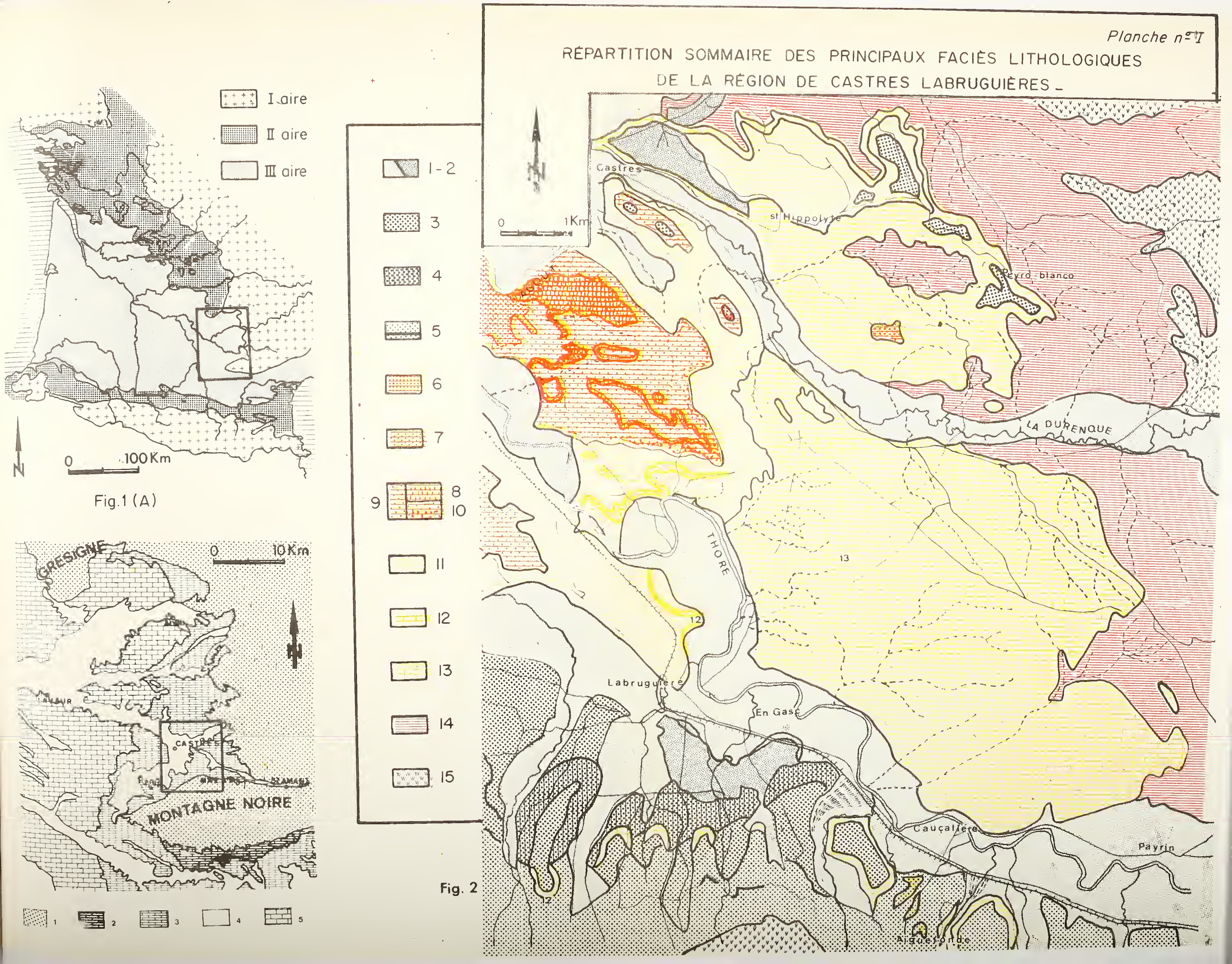

Planche n° I
RÉPARTITION SOMMAIRE DES PRINCIPAUX FACIÈS LITHOLOGIQUES
DE LA RÉGION DE CASTRES LABRUGUIÈRES _
I aire
II aire
III aire
0
100 Km
N
0
10 Km
GRESIGNE
CASTRES
MONTAGNE NOIRE
1
2
3
4
5
1-2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
0
1 Km
Castres
st Hippolyte
Peyro blanco
LA DURENQUE
THORE
13
12
Labruguière
En Gasc
Cauçalière
Payrin
12
Aiguefonde

Fig. 1 (A)

Fig. 2

superposés dont les épaisseurs de chaque banc varient entre la dizaine de cm et 2 ou 3 m, ils sont formés d'un empilement régulier de lentilles très plates, dont l'extension est de l'ordre de plusieurs dizaines de km², pour la plupart d'entre elles.

2. Du point de vue pétrographique, ce sont des calcaires qui, macroscopiquement apparaissent blancs, beiges ou bruns, parfois roses, sublithographiques ou gloméruleux et bréchiques ou légèrement argileux et noduleux. Dans l'ensemble, cette assise d'une désespérante monotonie, montre une superposition apparemment anarchique d'éléments pourtant différents par leur origine, leur mode de formation, l'échelle de leur manifestation, l'ordre de leur apparition et que l'on peut classer, si l'on adopte un tel point de vue chronologique, de la manière suivante :

a) D'abord, tous les éléments détritiques : les glomérules, les gravelles, les oncolithes ou sphérolithes pisolitiques produits de remaniement divers et d'érosion des beines et des falaises des lacs, les fossiles, témoins des activités biologiques, les quartz et autres apports clastiques apportés par les affluents du système lacustre, les fossiles.

b) Ensuite, la gangue formée de carbonates, de minéraux argileux, de sédiments organiques — reflet plus ou moins valable du contexte humique des sols encadrant le lac — qui enlise, enrobe, sinon transporte (figures attribuables à des courants de turbidité) les éléments clastiques ou préformés : isolés les uns des autres et non coalescents. De cette gangue, il faut renoncer, pour l'instant, à en reconnaître par voie directe, l'image originelle parce qu'elle a été altérée ultérieurement par deux sortes de phénomènes qui sont les suivants :

— D'abord, les altérations d'ordre physique apportées par les fouisseurs de toutes tailles depuis les vermicules millimétriques jusqu'à des animaux ayant laissé leurs terriers, de section centimétrique ;

— Ensuite, les phénomènes de la réorganisation des complexes carbonates-argiles cosédimentaires-matières organiques. Les ciments limpides sont très généralement épigénétiques.

c) Enfin, les altérations que le banc juste lithifié émergé provisoirement va subir :

— D'une part, d'un point de vue physique : ce sont des dessications et les altérations karstiques qui lui laisseront leur empreinte sous formes de fentes et de lapiez. On peut en observer de forts beaux dans le Causse de Saint-Hippolite et à Augmontel. Ceux-ci seront ultérieurement comblés ou par des matériaux venant d'une nouvelle phase positive et active ou par des cristallisations de calcite donnant de belles géodes ;

— D'autre part, d'un point de vue physico-chimique, l'action des nappes phréatiques et des phénomènes pédogénétiques, sans doute conformes à ceux cernés et décrits par Freytet (1964).

Ces éléments interfèrent entre eux ou se juxtaposent et donnent ainsi l'aspect observable de point en point dans ces calcaires.

3. Ces lentilles de calcaire sont séparées les unes des autres par des joints argilo-calcaires souvent rougeâtre, noduleux ou feuilletés et des surfaces plus ou moins planes parfois légèrement mamelonnées. Très souvent le joint se réduit au bout d'une centaine de mètres à une simple surface ; de même, il n'est pas rare qu'une surface suivie pendant 1 ou 2 km fasse place à des joints. Les joints présentent une structure feuilletée ou noduleuse et contiennent les mêmes éléments clastiques que les bancs eux-mêmes. Ils peuvent en outre contenir des éléments particuliers que nous n'avons jamais retrouvés dans les bancs calcaires. Ce sont, d'une part des lames très régulièrement planes, épaisses d'une dizaine à une vingtaine de cm, parfois moins, très dures, à structure zonée. Ce sont, d'aute part, des galets bourrés de microcodium. Les surfaces sont rarement altérées chimiquement ; elles sont néanmoins souvent érodées et durcies.

De tous ces éléments dont on a soigneusement étudié la répartition dans les niveaux synchrones, se détachent de nombreux traits paléo-géographiques dont les principaux faits, si l'on exclut ceux qui sont axés sur l'étude des stromatolithes sont les suivants :

a) D'un point de vue lithologique, les faciès les plus argileux ou les plus gréseux s'intercalent dans les faciès sublithographiques au N et au NE, surtout

d'Augmontel à la Caulié, dans le Causse de Saint-Hyppolite. Les faciès ligniteux apparaissent au S du Causse de Labruguière, en particulier aux environs d'En Gasc, sur les bords du Thoré.

b) Les points et surfaces de séparation des différentes unités lithologiques correspondant à des arrêts de sédimentation sont, dans les séries de bancs, relativement rapprochés. En général, un banc a une trentaine de cm de puissance. Il peut avoir un mètre mais il est exceptionnel qu'il dépasse 3 m, de même qu'il est rare qu'il avoisine le dm. Les causes de ces arrêts de sédimentation étaient sans doute multiples ; les causes météoriques devaient certes avoir leur influence : on connaît le sommet de bancs bourrés sur de très grandes étendues de Planorbes de toutes tailles statistiquement réparties selon une courbe de Gauss mettant en évidence la mort assez brutale de toute une population : une faible diminution des eaux, simple effet d'une saison plus sèche, sur un fond de lac très plat peut rendre compte du phénomène. Nous n'excluons pas le fait que la sédimentation calcaire dans ce lac pouvait être brutale, se manifestant pendant un temps relativement bref par rapport aux périodes de non sédimentation et ceci, sans inondation ni assèchement notable, créait ainsi des hiatus, simple effet de phases positives passives. La répétition de faciès identiques séparés par de simples surfaces, sans traces de remaniement, ni au sommet, ni à la base des bancs, nous invite à croire à une telle hypothèse.

c) Par contre, les hard-grounds avec leurs fentes de dessication, leurs perforations de racines correspondent à des phénomènes localement plus importants que ceux responsables des rythmes actifs ou passifs de la sédimentation dans l'ensemble du lac. Ce caractère inciterait à orienter notre interprétation vers des hypothèses causales d'ordre tectonique. On constate que les surfaces marquant de tels phénomènes sont plus nombreuses au NE que vers le S, que l'importance des lapiez ou des fentes de dessication sous de telles surfaces diminue en partant du NE et de l'E en se dirigeant vers l'W et le S. En effet, les pulsations du socle au NE et à l'E semblent avoir été un élément dominant la paléogéographie de ce lac et déterminant les diverses limites des rivages dans ces directions.


PLANCHE II

Principales coupes schématiques montrant la répartition, dans les calcaires de Castres-Labruguière, d'un certain nombre d'éléments priapolithiques et stromatholithiques et leur rapport avec d'autres éléments tels que : les joints et les surfaces, les traces de dessication et d'altération du type lapiez, la présence d'autres éléments clastiques.

1. Calcaire franc.
2. Calcaire plus ou moins argileux.
3. Faciès argileux.
4. Molasse.
5. Faciès gréseux.
6. Traces de dessication et altérations du type lapiez.
7. Eléments de remaniement de type brechique.
8. Eléments clastiques roulés.
9. Lames stromatholithiques.
10. Petits priapolithes des zones d'épandage.
11. Gros priapolithes à forme de branches ou de racines.
12. Gâteaux d'algues.

I. Coupe de Caucalières-Bourg.
II. Coupe des « Landes ».
III. Coupe du Mont Tonnerre.
IV et IV *bis*. Coupe du point cote 293.
V. Coupe de la Métairie basse.
VI. Coupe des Buttes jumelles.
VII. Coupe de la Casemate sud du Rieu-Favie.
VIII. Coupe de l'Observatoire du Rieu-Favie.
IX. Coupe des fours à chaux d'Augmontel.
X. Coupe de Perboles.
XI. Coupe faite au sud de Lardorèle au niveau du point 328.
XII. Coupe de la Ferme des Nègres.

Rq pour localisation de ces différentes coupes, se reporter à la planche VII.

Fig. 1

0 2cm

Fig. 2

0 4cm.

Fig. 3

Planche IV





Fig. 1

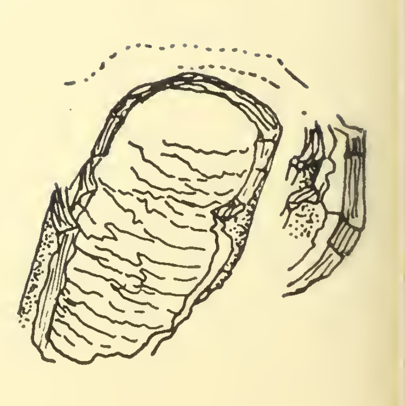
0 50 cm

Fig. 1

0 20 cm

Fig. 2



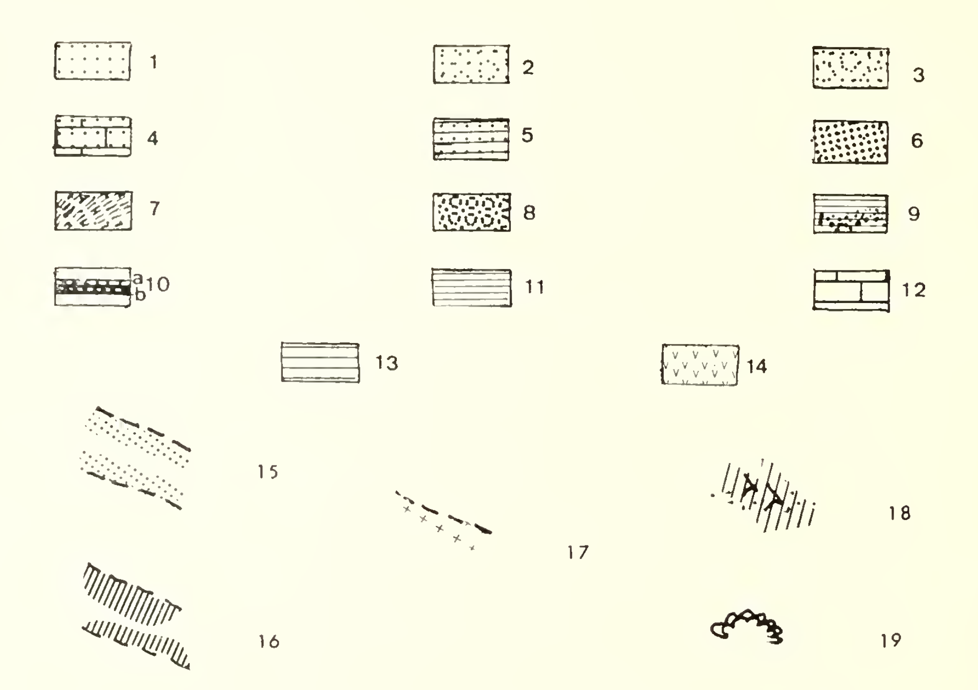


0 50 cm

Fig. 1

0 20 cm

Fig. 2



1. Alluvions subactuelles et actuelles des cours d'eau secondaires, terrasses dites inférieures.

2 et 3. Terrasses dites « basses terrasses ».

4. Grèze et groize alimentées par les calcaires du causse de Labruguière.

5. Formations colluviales et alluviales remaniant les faciès argileux rouges d'âge tertiaire.

6. Produit de démantèlement du relief sous-jacent, formations superficielles colluviales réemployant du matériel provenant des formations semblables aux deux ci-dessous citées.

7. Cône de déjection d'un des émissaires descendant de la Montagne Noire exploité en tant que balastière. Formation hétérogène riche en blocs énormes de roches métamorphiques.

8. Dépôts alluviaux en nappes, faciès apparentés aux cailloutis de Saix.

9. Faciès molassique du type molasse de Naves.

10 *a*. Calcaire lacustre dit de la « ferme de Ganes » riches en gastéropodes fossiles.

10 *b*. Lignite et grès ligniteux dit de « Hauterive » riches en characées et en gastéropodes fossiles.

11. Faciès argilo-calcaires dit des argiles de « Hauterive » et du « Roulandou ».

12. Calcaires du causse de Labruguière.

13. Faciès argileux et gréseux dit faciès amandinois : argiles kaoliniques d'Augmontel, couronnés par des grès et molasses sous-jacents aux calcaires et apparentés aux grès d'Ussel.

14. Paléozoïque.

15. Zone à « mattes ».

16. Zone d'épandage.

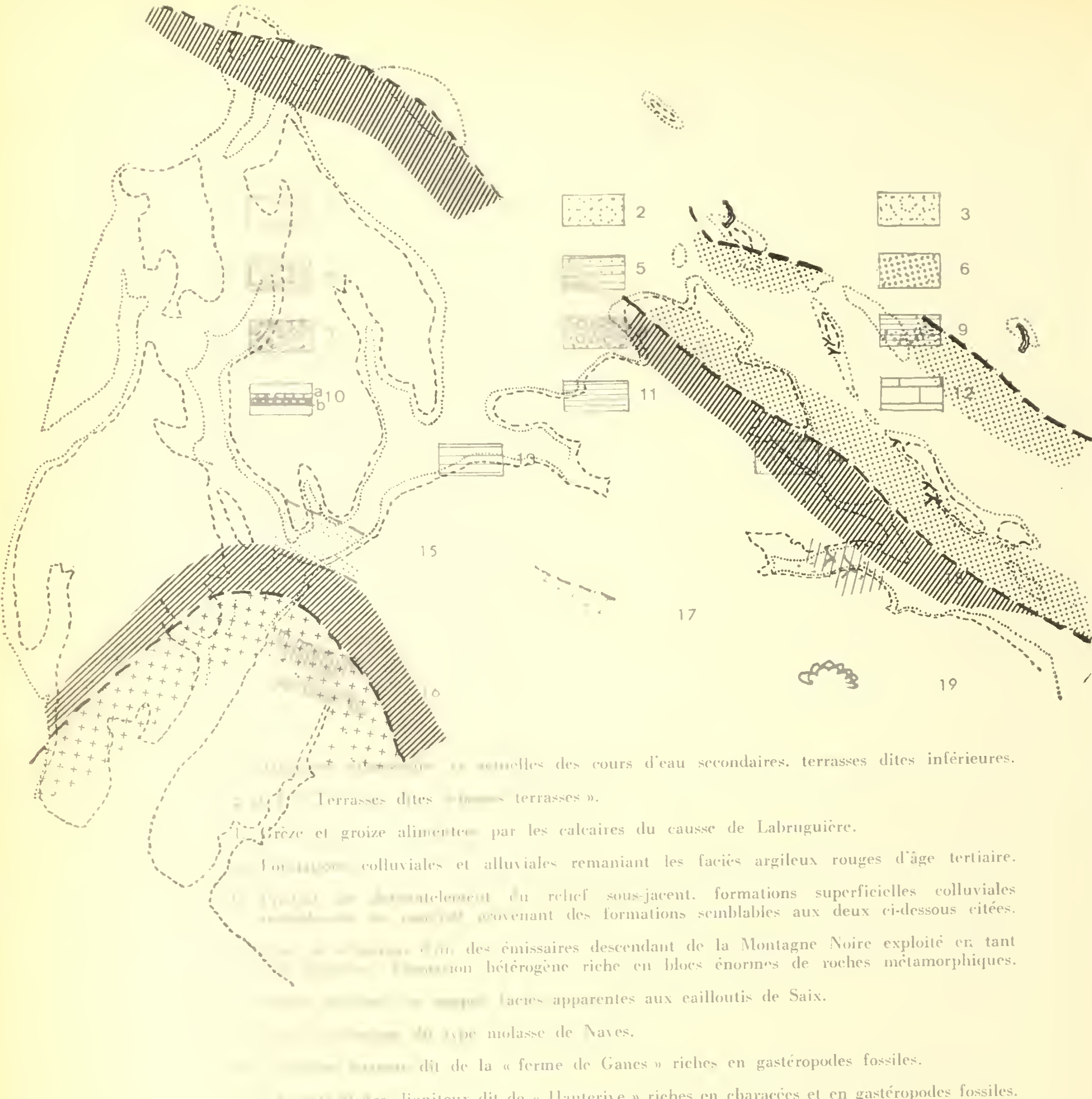
17. Zone à lames stromatholitiques.

18. Racines momifiées.

19. Gâteaux d'algues.



N
Augmontel
Gasc



... actuelles des cours d'eau secondaires. terrasses dites inférieures.

Terrasses dites « ... terrasses ».

Grèze et groize alimentées par les calcaires du causse de Labruguière.

Formations colluviales et alluviales remaniant les faciès argileux rouges d'âge tertiaire.

... de démantèlement du relief sous-jacent. formations superficielles colluviales ... provenant des formations semblables aux deux ci-dessous citées.

... d'un des émissaires descendant de la Montagne Noire exploité en tant ... formation hétérogène riche en blocs énormes de roches métamorphiques.

... faciès apparentés aux cailloutis de Saix.

... du type molasse de Naves.

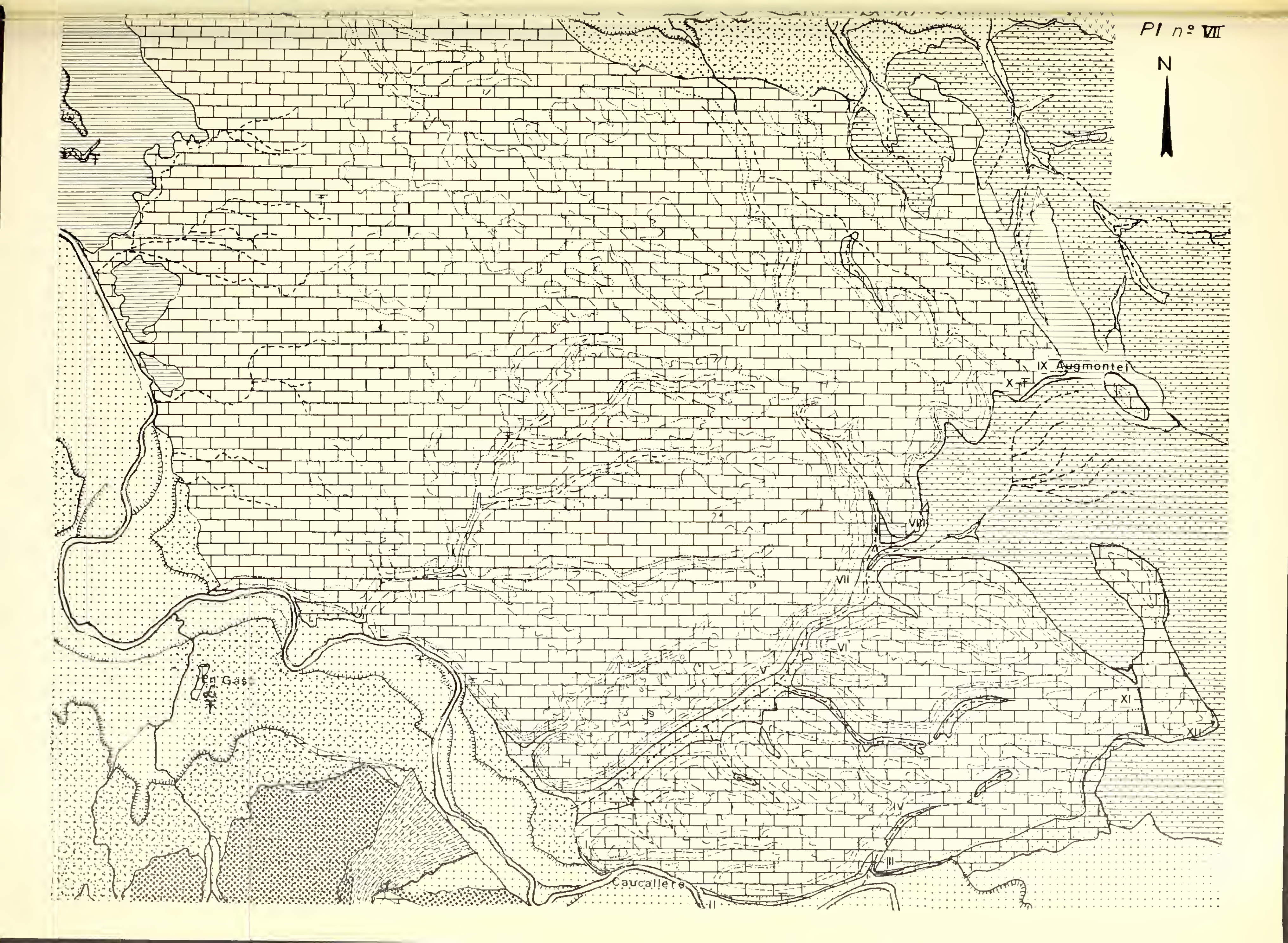
... dit de la « ferme de Ganes » riches en gastéropodes fossiles.

... très ligniteux dit de « Hauterive » riches en characées et en gastéropodes fossiles.

... argilo-calcaires dit des argiles de « Hauterive » et du « Roulandou ».

... du causse de Labruguière.

... argileux et gréseux dit faciès amandinois : argiles kaoliniques d'Augmontel. ... par des grès et molasses sous-jacents aux calcaires et apparentés aux grès d'Ussel.



Pl n° VII
N
IX Augmontel
X
XI
XII
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I
Caucallere

ETUDE DES FORMATIONS STROMATOLITHIQUES DU CASTRAIS

Les formations stromatolithiques surtout des niveaux supérieurs du calcaire de Castres et de Labruguière seront ici présentées, parce que seuls les plus hauts niveaux présentent les bonnes conditions d'affleurement nécessaires à une telle étude.

Etude des caractères communs aux stromatolithes du Castrais (à l'échelle de l'échantillon)

1° L'un de leurs traits communs est, à l'échelle de leur microstructure, la récurrence du microfaciès à petits hémisphéroïdes coalescents qui apparaissent au cœur de chaque stromatolithe. Tout se passe comme s'il y avait des interruptions dans leur croissance qui, ensuite, reprenait, semblable à elle-même, la formation née avant cette crise devenant à son tour support.

2° La plupart des Stromatolithes sont creusés de galeries tubulaires à paroi souvent couverte d'un fin enduit rougeâtre. De plus, il n'est pas rare que ces traces, après un court trajet vertical ou oblique, s'étalent subhorizontalement avec des ramifications plus ou moins longues dans la masse de deux ou trois couches. Deux faits doivent être remarqués : d'abord, la pénétration de ces terriers infléchit les laminae traversées, ce qui donne une idée de la relative souplesse de ces tapis-croûtes et du certain laps de temps qu'il fallait avant qu'elles s'indurent au point de ne plus être pénétrables par les auteurs de ces galeries. Ensuite, on peut remarquer que ces galeries tubulaires ont rarement une section elliptique, donc que les phénomènes de tassement et les déformations post-sédimentaires étaient sans effet, ce qui montre la relative résistance de ce matériel, dès qu'il s'est lithifié. Enfin, le fait que la surface sur laquelle butent les trajets verticaux est en général surmontée du microfaciès à petits hémisphères coalescents, départ d'un nouveau cycle de croissance, apporte cette présomption : la croissance de ces formations était discontinue et assez espacée pour qu'un nouveau cycle recommence alors que les laminae du cycle précédent étaient consolidées (pl. III, fig. 1 et pl. III, fig. 2).

3° De plus, pour préciser le degré de cette première induration, on doit ajouter que du point de vue macroscopique, la nature du support axial semble aussi jouer un rôle dans la consistance de ces formes, en particulier de celles des Priapolithes et autres structures sphéroïdales. La présence, au cœur de ceux-ci, de matériel sédimentaire souvent microbréchique, donne à l'ensemble une solidité remarquable, alors qu'il arrive assez souvent que les stromatolithes dont l'âme première disparaissait s'écrasaient, s'aplatissaient, donc prenaient alors une section elliptique. Lorsque de tels incidents se sont produits, les morceaux brisés ont été ressoudés par de nouveaux apports et les brisures ont été vite enrobées à nouveau par des laminae continues. Ce dernier phénomène est donc syngénétique.

Des ces diverses observations, nous apporterons au sujet de ces formations les premières conclusions suivantes :

a) Ces formations restaient souples un certain laps de temps ; les phénomènes de croissance et même d'apparition des Algues étaient localement discontinus.

b) Il n'est pas interdit de penser à titre d'hypothèse que ces corps avaient une densité différente et inférieure à celle acquise aujourd'hui après les divers cycles de recristallisation. Un fait dont l'étude quantitative n'est pas encore achevée, illustrera cette hypothèse : dans une série à granulo-classement décroissant, des gravelles de calcaire d'une certaine taille moyenne, ne sont que rarement associées à des éléments stromatolithiques de même taille. Leur densité était donc plus faible que celle des éléments clastiques de même taille. Leur accumulation est-elle, par ailleurs, un phénomène mécanique ou bien ces corps ont-ils grandi pratiquement *in situ* dans la boue argilo-calcaire, leurs arrêts de croissance étant plus ou moins liés aux dessechements du lac ? L'un des faits les plus étranges, dans ces accumulations, est que ces blocs juxtaposés ne présentent pas de points d'impact résultant de collisions lors de transport, ni d'impressions dues à des dissolutions par circulation d'eau.

Principaux types de structures stromatolithiques

Parmi les différents stromatolithes étudiés, nous distinguerons un certain nombre de types simples qui se présentent soit tels quels, soit interférant les uns avec les autres, donnant alors des formes complexes qui, pour être déchiffrées, demandent, non seulement la patience nécessaire à des inventaires précis, mais aussi une grande habitude des formes simples.

1° La plus simple est constituée par des *revêtements stromatolithiques* (pl. III, fig. 1) : larges tapis moulant ou noyant tout relief, sans limite propre, épais de 3 à 6 cm. L'étude de leur microstructure montre dans une coupe transversale, à la base du « tapis » une série de petits dômes coalescents dont l'indépendance des reliefs s'estompe rapidement. Ils sont alors recouverts par des couches laminaires continues enrobant chaque couche précédente d'une nouvelle laminae très régulière.

Cette évolution est constante quel que soit le type de stromatolithe étudié.

2° Voisins de cette première forme, les « gâteaux d'Algues » (pl. III, fig. 2 et 3) sont des hémisphéroïdes subovales, dont les dimensions moyennes oscillant entre 30 et 50 cm dans leur plus grande longueur et qui sont épais en leur centre d'une dizaine de cm ; ils ont la même microstructure que les revêtements stromatolithiques simples. Cependant, il n'est pas rare d'après une série de dix ou quinze laminae, le régime régulier s'interrompe brutalement et qu'une nouvelle série débute par une ou deux couches de petits hémisphéroïdes.

Ce phénomène se manifeste aussi dans les autres types de stromatolithes.

3° Les Priapolithes (pl. V, fig. 1) : cylindres allongés de toutes tailles, souvent droits, de section circulaire ou subovale, parfois — comme le fit remarquer Vasseur, dans la légende de la carte de Castres au 80 000ᵉ — affectent la forme de débris végétaux. Véritables momies, leurs allures ont si vivement frappé les différents auteurs qui les ont observés, que, de Borel (1649) à Caraven-Cachin (1898), en passant par Dufresnoy (1828), Boucheporn (1848), Crouzet (1881), de nombreuses descriptions parfois pittoresques en ont été faites et l'inventaire complet des ressemblances suggérées par ces formes n'est plus à faire.

4° Les sphérolithes pisolithiques (pl. V, fig. 1) ou structures sphéroïdales : boules, souvent sphères presque parfaites rarement aplaties que la tradition locale interprète comme étant des boulets de fronde... « romains ». Ces pisolithes sont de toutes tailles avec des structures et des caractères semblables à ceux des Priapolithes.

De même que l'on connaît divers intermédiaires entre les différents types ici inventoriés, il existe, en de nombreux endroits, des complexes où sont juxtaposées, amalgamées, ces différentes formes : on a alors de véritables « récifs » (pl. V, fig. 2).

Répartition paléogéographique de ces formes.

Les lames stromatolithiques se rencontrent aussi bien dans les faciès rouges proches des rivages et des émergences qu'au milieu des faciès calmes et centraux du lac de Castres-Labruguière. Dans le premier cas, elles nappent tout ce qui existait avant elles ; dans le second cas, elles jouent le rôle de joint entre deux bancs ou elles « beurrent » le sommet ou la base d'un banc. Le développement de tels tapis stromatolithiques est lié à des phases de non sédimentation ; de plus, comme ils sont souvent superposée à des faciès sublithographiques et lapiezzés, on peut sans aucun doute, considérer les lieux où se développent ces divers « tapis » liés à des étapes d'exondations ou d'inondations du complexe lacustre.

Les « gâteaux d'Algues » ne sont connus que dans les faciès transgressifs sur substratum argilo-détritique, gréseux franc ou molassique ; ils ont une forme généralement oblongue et les quelques mesures de grand axe qu'il nous a été permis de noter, montrent que celui-ci est orienté vers ce que nous imaginons la région centrale du bassin et perpendiculairement au rivage, mais le peu de mesures que nous avons recueilli ne nous permet pas de préciser la valeur de cette information.

Les Priapolithes de grande taille sont surtout concentrée en cordons NW-SE dans une zone précise s'étalant d'Augmontel à La Caulie en passant par Peyro Blanco, dans le Causse de Saint-Hyppolite. On trouve cependant des Priapolithes ailleurs : on les connaît en lentilles plus vers le S et l'W mais deux faits sont à signaler : ils diminuent généralement de dimensions en se déplaçant dans ces directions. Quelques sections parallèles relativement rapprochées dans la masse du Calcaire de Castres permettent de constater l'existence d'amas groupés dans les chenaux ravinant le calcaire et se dirigeant vers le SE ou le SW (pl. V, fig. 1). Dans ces chenaux, les Priapolithes allongés disparaissent rapidement et laissent leur place à des structures sphéroïdales, puis pisolithes ronds devenant de taille de plus en plus petite au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la zone particulière déjà citée. Mais ces pisolithes ne se retrouvent pas seulement au cœur des chenaux. Ils ont été visiblement épandus par des courants sur des fonds plats : larges surfaces dont on peut apprécier l'extension en retrouvant ces formations alguaires toujours aux mêmes niveaux de cañon en cañon, de talweg en talweg. Ils sont alors souvent pris dans la masse d'un banc de calcaire (toujours à peu près au même niveau de ce banc) qu'à la limite d'une surface ou d'un joint lié à un arrêt de sédimentation ; dans ce cas, les pisolithes sont associés à des faciès bréchiques ou reposent sur des revêtements stromatolithiques.

De plus on constate que cet épandage n'est pas uniforme. Pour chaque épandage, si la loi de décroissance de la taille et de la densité numérique des pisolithes reste valable lorsque l'on se déplace du N vers le S elle interfère avec un autre phénomène. Perpendiculairement à la direction subméridienne déjà définie, des variations légères mais nettes de taille et de densité numérique sont à enregistrer. Cela s'explique simplement par les effets de vanage des courants qui erraient sur le fond.

En fait, ces pisolithes ont le comportement passif de n'importe quel élément détritique préformé et leur lieu d'origine demeure imprécis.

En résumé, du centre du bassin vers ce qui devait être les rivages :

— On observe les lames priapolithiques.

— Viennent ensuite, les sphérolites et les priapolithes épandus sur les surfaces ou charriés dans les chenaux du lac.

— Enfin, plus près du rivage, on rencontre soit les « gâteaux d'Algues » reposant sur faciès gréseux ou franchement argileux, soit les cordons à Priapolithes dans lesquels sont prisonnières les momies de racines parfois énormes et où des lames stromatolithiques cloisonnent plus ou moins horizontalement de part en part cet ensemble. Ces lames sont alors souvent perforées de terriers, ce qui est un caractère permettant de les différencier des autres. De plus, les faciès calcaires associes sont souvent rougeâtres. Nous y avons trouvé une petite dent de crocodile et ils sont riches en cocons subglobuleux à enveloppe calciteuse parfois présente, pouvant être considérés éventuellement comme des œufs de reptiles ([11]).

Planche VIII

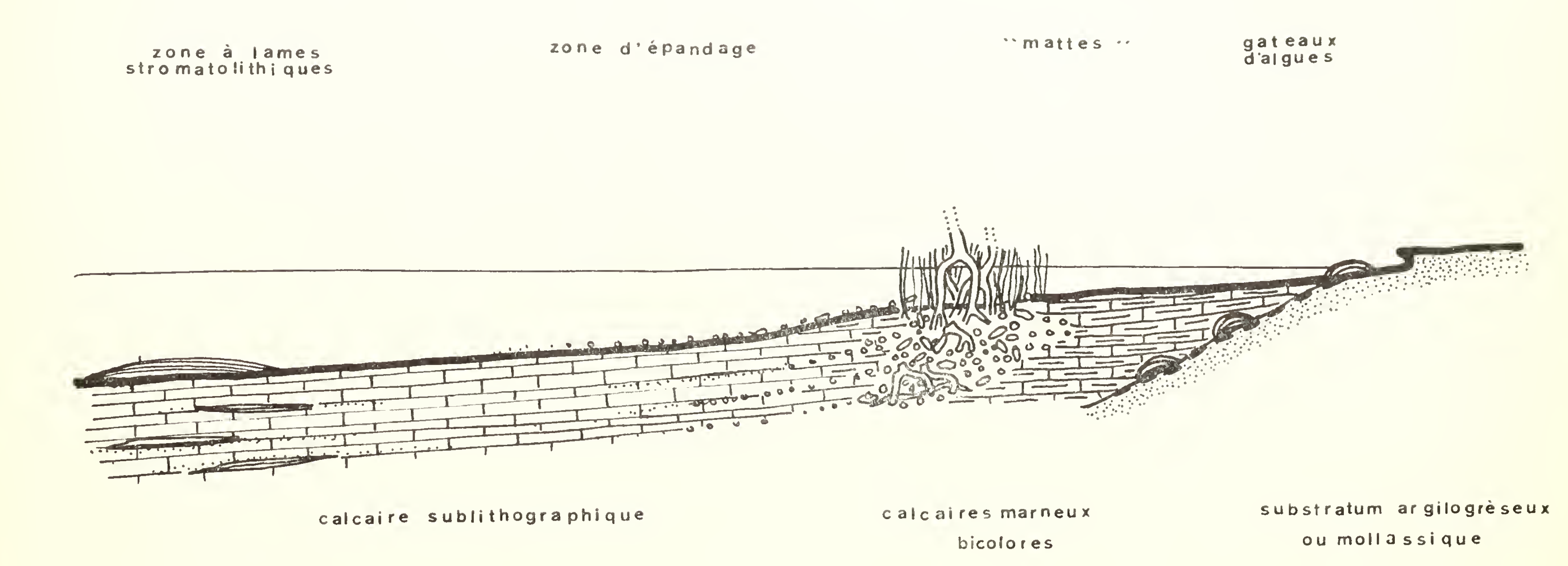


fig Répartition schèmatique des principaux facies stromatolithiques en Castrais

HYPOTHÈSE SUR L'EXISTENCE DES HERBIERS A SCHIZEACÉES

Un problème reste à trancher définitivement : celui de la position des « gâteaux d'Algues » et des cordons Priapolithes. On peut penser, à titre d'hypothèse et dans l'état actuel de nos connaissances, qu'il devait exister des herbiers à Schizéacées formant de véritables « mattes » qui. aujourd'hui fossilisées, constituent, avec les autres restes, les cordons à Priapolithes et à racines. La présence massive de ces Schizéacées est suggérée par l'abondance de leur pollen dominant quantitativement de très loin celle des autres espèces. Ces « mattes », herbiers filtrants, ont été déjà envisagés par P. FREYTET (1964) dans son interprétation des faciès du Vitrollien des Corbières orientales. Nous essayerons de définir, dans une prochaine étude, les caractères fonctionnels de filtrage, les critères morphologiques et sédimentologiques de polarité : « rivage-centre de bassin » et nous les plaçons, nous aussi, à la limite des faciès des calcaires lithographiques et des calcaires lithographiques et des faciès marno-sableux rouges. Les « gâteaux d'Algues » se seraient alors développés au-delà des « mattes » sur les rivages, ce qui expliquerait qu'ils ne peuvent être observés que sur des substratum gréseux ou argilo-gréseux périphériques aux calcaires. Placés ainsi, on peut expliquer leur forme subovale dont le grand axe est perpendiculaire au rivage par les actions du va-et-vient des sèches et des petits courants qu'elle provoquent.

Bien d'autres problèmes sont encore à résoudre : le comportement paléogéographique et les significations organo-sédimentaires des revêtements stromatolithiques dans des formations molassiques ne manquent pas, eux aussi, d'intérêt. A titre d'exemple, le fait que certains chenaux dans les molasses soient entièrement beurrés de telles formations avant d'être envahis par des conglomérats sont, en Albigeois ou en Castrais, d'une certaine importance.

BIBLIOGRAPHIE

1. Baeckeroot (G.), 1953. — Le style de l'accident limite de la Montagne Noire occitale. *Bull. Ass. Géogr. Fr.*, n° 237-238, p. 179-180.

2. Borel, 1649. — Les antiquitez de Castres.

3. De Boucheporn. — Explication de la carte géologique du Tarn, Paris, Imp. Nat.

4. Caraven-Cachin (A.), 1898. — Description géographique, géologique, minéralogique, paléontologique, palethnologique et agronomique du département du Tarn et Tarn-et-Garonne, 1 vol., 684 p., Privat, Toulouse.

5. Crouzet (M.), 1881. — Les Priapolithes de Castres.

6. Dufresnoy et De Beaumont, 1830-1838. — Mémoire pour servir à une description géologique de la France. *Bull. Com. Ant. Castres*, IV, (4 vol. in-8).

7. Freytet (P.), 1964). — Le Vitrollien des Corbières orientales. Réflexions sur la sédimentation « lacustre » Nord-Pyrénéenne ; divagation fluviale, Biorhexistasie, pédogénèse. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, (2), vol. VI, fasc. 3, p. 179-199, Paris.

8. *Pour toutes les références bibliographiques sur les Stromatolithes d'origine alguaire, nous renverrons le lecteur :*

   1° *A la note de :*

   Colom (G.), 1961. — La Paléoécologie des lacs du Ludien-Stampien inférieur de l'île de Majorque. *Revue de Micropaléontologie*, vol. IV, n° 1, p. 17-29 fig., 4 pl.

   2° *A l'article synthétique de :*

   Logan (B.N.), Rezak (R.), Ginsburg (R.N.), 1964. — Classification and environnemental significances of Algual stromatolithes. *Journal of Geology*, vol. CXXII, n° 1, p. 68-83, 5 fig., 4 pl.

Nous avons ici à remercier M. Combas *(C.F.P. Bordeaux) qui a bien voulu regarder nos spores et pollens et en faire une première détermination.*

9. *Pour toutes les références bibliographiques sur les Schizéacées, nous renverrons le lecteur à l'article synthétique de :*

   Bolchovitina (N.A.), 1961. — Spores fossiles et actuelles de la famille des Schizéacées. *Trudy geol. Inst. S.S.S.R.*, Moscou, n° 40, 176, p. 41.

10. *Pour toutes références sur le façonnement des galets, nous renverrons le lecteur à l'article de :*

    Gottis (M.) et Roger (J.). — Existence d'une terrasse de tempête aux temps triasiques sur l'emplacement du massif de la Rhune. Actes de la Soc. Lin. de Bordeaux, 1965, (en cours de publication).

11. Il est à remarquer que c'est sans doute dans ces formations qu'a été découverte la dent de Lophiodon Isselence, recueillie par Noulet aux environs de Payrin-Augmontel « à la partie supérieure des argiles rouges, sous le calcaire de Castres ».

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 3 JANVIER 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 9

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

L'AGE ET LES CONDITIONS DE SÉDIMENTATION DES COUCHES ROUGES DE L'EOCÈNE TERMINAL ENTRE L'AMPURDAN ET LE RIO TER
(Province de Gerone - Espagne)

F. KROMM
Laboratoire de Géologie dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 9

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 5 NOVEMBRE 1966

L'âge et les conditions de sédimentation des couches rouges de l'Eocène terminal entre l'Ampurdan et le Rio Ter (Province de Gerone - Espagne)

par François KROMM

Laboratoire de Géologie Dynamique
Faculté des Sciences de Bordeaux

Dans le bassin de l'Ebre et son prolongement oriental, la « Cuenca » potassique de Catalogne, la série éocène se termine toujours par une épaisse formation en général rouge et où alternent argiles, grès, poudingues et calcaires lacustres. Il ne sera question ici que des formations rouges du bord nord du bassin catalan.

Les affleurements de poudingues et d'argiles rouges de l'Eocène Supérieur, sur le bord S des Pyrénées catalanes, s'ennoient à l'E sous le Plio-quaternaire de la dépression de l'Ampurdan (région de Figueras). A partir de l'Ampurdan à l'E, et jusqu'à la vallée du Ségre à l'W, les molasses de l'Eocène terminal affleurent de façon à peu près continue. La présente étude est limitée aux affleurements compris entre l'Ampurdan et le Rio Ter (V. pl. 1).

Aussi bien dans les comptes rendus des premières reconnaissances géologiques de cette région à la fin du siècle précédent (VIDAL 1874 à 1900, MENGEL 1906 à 1908). que dans les travaux plus récents d'ALMELA et RIOS (1940), MASACHS ALAVEDRA (1953), SOLÉ-SABARRIS (1960), ces couches rouges de l'Eocène terminal font l'objet de descriptions beaucoup plus succinctes que les autres termes de la série éocène. Devant la monotonie des lithofaciès et l'absence des fossiles, la plupart des auteurs se sont bornés à assigner à ces couches un âge approximatif, soit en considérant l'âge des derniers niveaux fossilifères dans les formations marines sous-jacentes, soit par analogie avec d'autres formations détritiques continentales (poudingues de Palassou sur le bord N des Pyrénées, poudingues du Montserrat sur la bordure W de la chaîne catalane).

Il m'a paru utile d'étudier, d'abord les relations de ces formations rouges avec les formations marines éocènes, afin de définir avec le plus de précision possible leur place dans la stratigraphie locale ; ce travail a d'ailleurs été déjà entrepris par MASACHS dans la région de Bañolas-Santa Pau. Des méthodes d'analyse sédimentologique telles que l'étude morphométrique et morphoscopique des galets, l'étude

TABLEAU DE CORRELATION DES FORMATIONS DE L'EOCENE CATALAN

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">PYRENEES CATALANES</th><th colspan="2">CHAINE CATALANE</th></tr>
<tr><th>Région de Ripoll</th><th>Vallée de la Muga</th><th>Anticlinal de Bellmunt</th><th>Plaine de Vich</th></tr>
<tr><td>Bartonien</td><td colspan="2">Couches rouges supérieures</td><td>Marnes bleu de Manlleu</td><td>Marne de Vich</td></tr>
<tr><td>Lutétien supérieur</td><td>Flysch</td><td></td><td>Maciños supérieurs
Couches rouges intermédiaires
Maciños inférieurs</td><td>Maciños supérieurs</td></tr>
<tr><td>Lutétien moyen</td><td>Marno-Calcaires noduleux</td><td>Couches à Assilines</td><td>Marne de Bañolas</td><td rowspan="2">Couches rouges inférieures</td></tr>
<tr><td>Lutétien inférieur</td><td>Calcaire à Milioles</td><td>Calcaire de Terradas</td><td>Calcaires à Nummulites</td></tr>
<tr><td>Yprésien</td><td colspan="2">Marnes intermédiaires</td><td colspan="2" rowspan="3">Conglomérats et argiles rouges</td></tr>
<tr><td>« Ilerdien »</td><td>Marnes Schisteuses</td><td>Calcaire à Alvéolines</td></tr>
<tr><td>« Garumnien »</td><td colspan="2">Argiles rouges et calcaires lacustres</td></tr>
</table>

▬▬ : Délimitation des couches rouges supérieures étudiées dans la présente note.

de la nature et de la répartition des éléments des conglomérats, le relevé des directions de chenaux et des figures de ravinement, ont ensuite permis de préciser quelles étaient les zones d'origine du matériel détritiques et les conditions de son dépôt.

I. - DESCRIPTION SOMMAIRE DES AFFLEUREMETS

Les couches rouges se trouvent aujourd'hui cantonnées au sein de replis d'orientation approximativement EW, mais dont la figure d'ensemble s'inscrirait dans un triangle ayant pour sommets Ripoll, Figueras et Gerone. L'ordonnance et la continuité de ces plis sont interrompues entre San Juan de las Abadesas et Albaña par un réseau de fractures NW-SSW ayant pour effet de délimiter des touches de piano plus ou moins ortogonales à l'architecture précédente.

Tandis que vers le N les assises rouges constituent le terme supérieur de la couverture tronquée par l'érosion des reliefs pyrénéens, elles s'ennoient vers le S sous les faciès gréseux (« Maciños ») et les marines de l'éocène supérieur de la région de Vich.

Le tableau ci-contre figure schématiquement les rapports entre les différentes formations éocènes des Pyrénées et de la chaîne catalane et délimite les terrains qui font l'objet de cette note.

Ainsi s'individualisent divers types d'affleurements :

— Au Nord les affleurements synclinaux de Vilarigt, de San Julian, de Ripoll-San Salvador de Vianya, de Milany ;

— Au Sud les boutonnières anticlinales de Mieras et de Juanetas-Bellmunt.

A. — LES AFFLEUREMENTS SYNCLINAUX

I. — Le synclinal de Vilarigt.

Au Sud du Rio Muga, les couches rouges forment le cœur d'un synclinal limité à l'ouest par la faille d'Albaña (V. pl. II et pl. III, fig. 1) et dont l'axe est orienté SSW-NNE. Sur le flanc N de ce synclinal les pendages décroissent progressivement du N au S et on ne note pas de complications tectoniques importantes ; l'absence de dépôts alluviaux ou d'éboulis permet en outre d'observer la série banc par banc. Il n'en n'est pas de même sur le flanc S qui est en grande partie masquée par des poudingues plio-quaternaires.

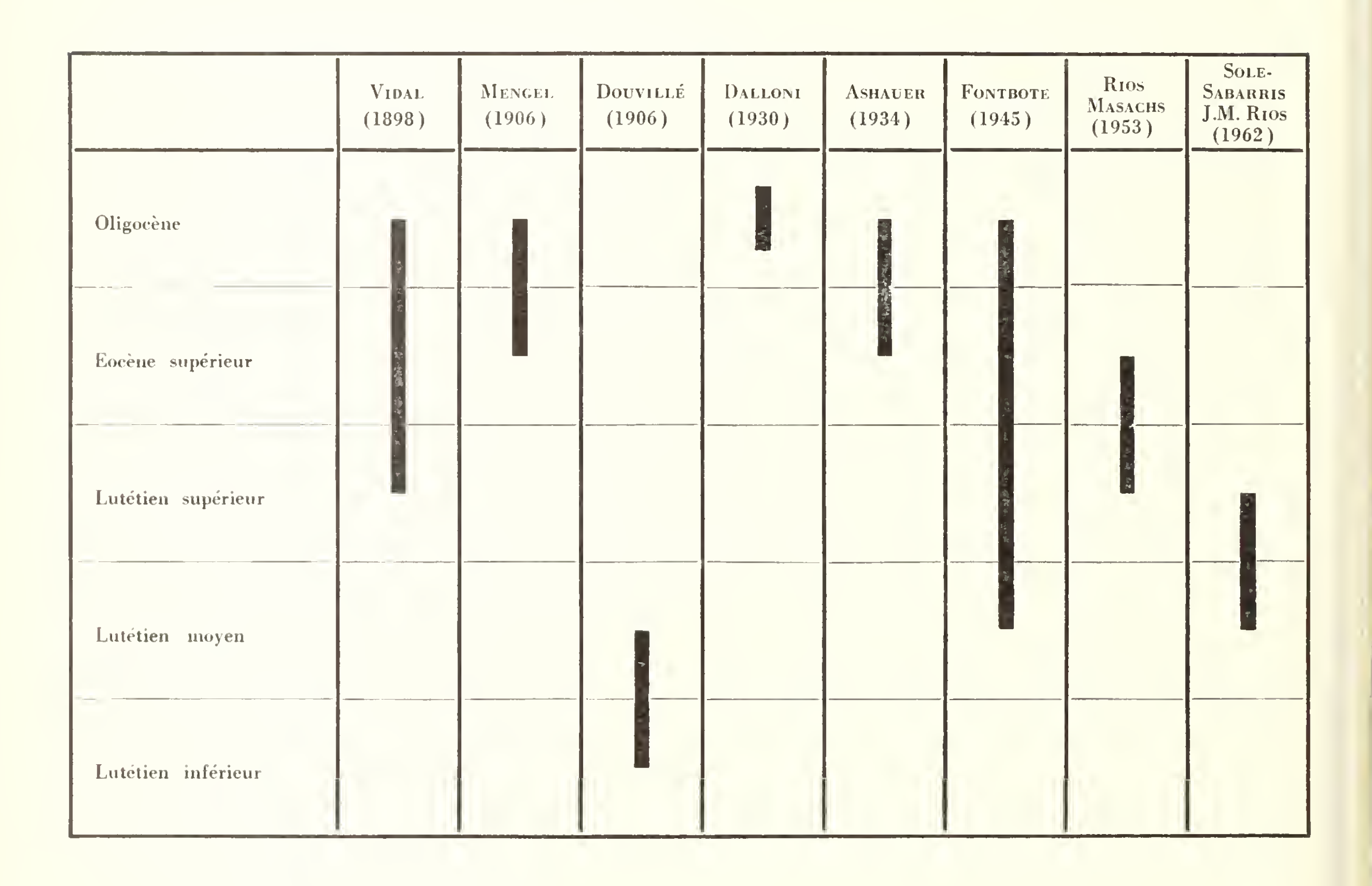
II. — Le massif de San Julian.

Au NW de la plaine de Bañolas entre le Rio Fluvia au N et les plaines de Sante Pau et Micras au S, les reliefs culminants à l'« Ermitage de San Julian » sont constitués presque uniquement par des conglomérats de l'éocène supérieur (V. pl. II et III, fig. 2). Cette zone constitue un synclinal d'axe général S-SW - N-NE, comme le synclinal de Vilarigt et comme tous les plis de la couverture éocène du revers S des Pyrénées catalanes. Dans sa partie W le flanc N de ce synclinal est chevauché par les marnes et grès marins lutétiens. Tout ce flanc N est affecté de replis anticlinaux dont les axes sont parallèles à la direction générale de l'axe synclinal, et au cœur desquels des boutonnières laissent affleurer le substratum lutétien (ici marnes et grès à Ripple-Marks) (V. pl. III, fig. 3). Sur le flanc S, les falaises qui ferment l'horizon au N de Santa Pau, ont des pendages faibles et réguliers : l'absence de replis sur ce flanc permet d'observer de belles coupes de la série.

III. — Le synclinal de San Salvador de Vianya-Ripoll.

De Ripoll à Castellfulit de la Roca, la vaste structure synclinale de Ripoll-Vall de Vianya, comprend les Sierras de Puig Estela et de Malfurat. Comme dans le synclinal de San Julian, les couches rouges de l'éocène terminal sont affectées de replis anticlinaux parfois déversés au S, tel le repli de Turo de Castelltallat bien visible depuis la route Olot-San Juan de las Abadesas vers le km 64. Ces replis rendent difficile l'établissement de la stratigraphie au sommet de la formation.

PLACE DES COUCHES ROUGES SUPERIEURES DANS L'ECHELLE STRATIGRAPHIQUE D'APRES DIVERS AUTEURS



: Extension des couches rouges supérieures.

IV. — Le synclinal de Milany.

Au S du synclinal de Vall de Vianya-Ripoll, l'anticlinal de Vallfogona droit ou déversé au S, chevauche dans sa partie orientale une nouvelle zone synclinale, sur l'emplacement des Sierras de Milany et de Santa Margarita de Cambrils (voir pl. III, fig. 3 et 4). FONTBOTÉ (1945), RIOS et ALMELA (1946) ont déjà donné une description d'ensemble de ce synclinal. Ces caractères sont les mêmes que ceux des structures précédemment décrites : même orientation des axes, même déversement au S des replis anticlinaux. L'étude des couches rouges est ici particulièrement intéressante du fait des passages latéraux aux faciès argilo-gréseux à Nummulites et Discocyclines que l'on peut observer sur le flanc sud de la structure (voir pl. III et IV).

B. — LES AFFLEUREMENTS ANTICLINAUX

Au sein de boutonnières anticlinales (anticlinaux de Mieras, de Juanetas-Bellmunt), des couches rouges (« tramo rojo intermedio » des géologues espagnols) se trouvent encadrés par des assises gréseuses (« maciños » inférieurs) (voir pl. II et III, fig. 3 et 4). L'étude détaillée du flanc sud du synclinal de Milany m'a permis d'établir que ce « tramo rojo intermedio » correspond à la base des couches rouges de l'Eocène terminal des synclinaux de Vilarigt, San Salvador de Vianya, San Julian. La partie supérieure des couches rouges affleurant plus au N dans les bandes synclinales, présentent dans ce domaine un faciès différent (voir pl. II et VI).

II. - L'AGE DES FORMATIONS ROUGE DE L'EOCÈNE TERMINAL

Les argiles rouges et les poudingues du revers méridional des Pyrénées catalanes ont été parallélisées, d'abord par VIDAL, avec le poudingue de Palassou. Par la suite MENGEL (1906) a assigné à ces couches rouges un âge « Eocène supérieur-Oligocène ». Il fondait cette opinion sur la détermination des faunes dans les niveaux marins sous-jacents ceux-ci ne dépassant pas d'après lui le Lutétien moyen.

Après avoir révisé les faunes de Nummulites de cette région, H. DOUVILLÉ a conclu que les couches marines à *Nummulites Loevigatus* qui passent par alternance aux poudingues sont attribuables au Lutétien inférieur.

Dans ces descriptions des coupes de Ribas-Ripoll, Ogassa-San Juan, Terradas-Cistella, DALLONI a parlé de couches rouges et poudingues « supra-nummulitiques » sans autres précisions.

ASHAUER (1934) a parallélisé les gypses que l'on trouve fréquemment à la base de la série rouge avec les gypses bartoniens visibles en bordure de la chaîne catalane (gypse de Tona, d'Igualada). Pour cet auteur les derniers niveaux marins de l'Eocène sont bartoniens (présence de Nummulites *perforatus*). Tout ceci l'a amené à considérer les couches rouges supérieures comme ludiennes et oligocènes.

FONTBOTÉ a le premier reconnu en 1945 que les faciès rouges ont un âge variable : du Lutétien moyen au Bartonien sur le flanc N du Synclinal de Milany à l'Oligocène dans la Sierre de Puig Estela. Enfin RIOS et MASACHS (1953) ont étudié les rapports de ces couches rouges avec les formations marines dans la région de Santa Pau-Bañolas ; ils ont mis en évidence le passage latéral des faciès de « maciños » du flanc S de l'Anticlinal de Mieras à des conglomérats azoïques sur le flanc N.

Enfin dans une récente publication relative aux Pyrénées catalanes, J.M. RIOS paraît considérer les couches rouges supérieures comme antérieures aux Marnes bartoniennes de Manlleu-Vich et les considère donc comme lutétiennes supérieures.

Toutes les hypothèses émises sur l'âge des couches rouges sont résumées dans le tableau ci-contre.

Ce bref historique souligne tout l'intérêt de l'étude des zones de passage de faciès pour préciser l'âge de ces dépôts azoïques. L'examen minutieux des

contacts couches rouges azoïques-couches fossilifères marines, au cours des levers détaillés au 1/50 000[e] des feuilles de Manlleu, Bañolas, Olot, Ripoll, m'a permis d'apporter des précisions sur l'âge de ces couches dans le synclinal de Vilarigt d'une part, dans les synclinaux de Milany et San Salvador de Vianya d'autre part.

I. — L'âge des couches rouges supérieures dans le synclinal de Vilarigt

Dans ce secteur les couches rouges terminales de l'Eocène sont limitées par la faille d'Albaña à l'W par le Plio-Quaternaire du S et à l'E, et seule l'étude de la série marine sous-jacente, sur le flanc N du Synclinal permet de préciser l'âge de ces couches rouges. Il faut pour cela rappeler la stratigraphie du Lutétien marin dans cette zone.

Toutes les coupes faites depuis la région d'Oix à l'W, jusqu'à l'Ampurdan à l'E, montrent que le Lutétien comprend toujours, au-dessus de calcaires fétides à Ostracodes ou à Milioles les couches suivantes, de bas en haut :

— Calcaire gréseux à Alveolines dont *A. cf. frumentiformis* SCHWAGER.

— Calcaire gréseux à Nummulites dont *Nummulites cf. loevigatus*, *Nummulites cf. lehneri* SCHAUB 1962. *Nummulites Verneuilli.*

— Calcaires à *Nummulites cf. loevigatus* et *Assilina spira.*

Dans le synclinal de Vilarigt ces couches passent progressivement à des assises de plus en plus détritiques où se manifeste la présence de galets et finalement à des faciès rouges et conglomératiques. A l'W de la faille d'Albaña, au contraire, les calcaires à Nummulites font place vers le haut à des marnes bleues à gypse, des grès à ripple-mark contenant une faune d'Alvéolines du Lutétien supérieur. Un accroissement de la clasticité des grès à ripple-marks conduit à des faciès conglomératiques rouges analogues à ceux du synclinal de Vilarigt mais de toute évidence plus tardifs. Ainsi ces dépôts terrigènes montreraient au cours du Lutétien un développement de leur extension géographique en direction de l'Ouest. Ils apparaissaient dès le Lutétien moyen dans le synclinal de Vilarigt, à l'E de la faille d'Albaña alors qu'il faut attendre le Lutétien tout à fait supérieur pour les voir apparaître à l'W de la même faille.

II. — L'âge des conglomérats de l'Eocène terminal dans le Synclinal de Milany et le Synclinal de Ripoll-San Salvador de Vianya

Comme il a été dit plus haut, c'est sur le flanc S du synclinal de Milany que l'on peut observer les intrications des faciès marins fossilifères avec les conglomérats azoïques. Le secteur le plus significatif à cet égard est celui du massif de Llendrich dans le quart NE de la feuille au 1/50 000[e], n° 294 (Manlleu), 2 km à l'W de la faille d'Amer-San Privat de Bas (voir pl. IV).

En montant de casa Amat, à l'W du village de San Privat de Bas, à la Sierra de Santa Magdalena par le point coté 1209 (Llendrich), il est possible d'observer la série suivante :

— Marnes rouges et conglomérats : la cartographie montre qu'il s'agit du « tramo rojo intermedio » visible plus au S dans l'anticlinal de Juanctas-Bellmunt.

— « Maciños supérieurs » : comprenant ici de bas en haut :

Calcaires gréseux brun glauconieux (10 m) ;

Calcaire gréseux et marnes rouges (10 m) ;

« Maciños » gris (30 m).

— « Marnes de Manlleu ». De bas en haut :

Marnes bleues (10 m) ;

Marnes gréseuses et grès argileux à débris d'huîtres et Nummulites (50 m) ;

Marnes et grès rouges (60 m) ;

Calcaire gréseux ou marneux à lamellibranches présentant des intercalations d'argiles rouges et de conglomérat. Ces assises affleurent sur les pentes de la Sierra de Santa Magdalena.

Les « maciños » supérieurs, très puissants au S de ce secteur dans l'anticlinal de Bellmunt, déjà réduit à l'emplacement de cette coupe sont totalement remplacés par les faciès continentaux un kilomètre au SE de Llendrich. Les faciès marins des marnes de Manlleu, au sommet de la série ne s'étendent que 2 km au N de Llendrich et passent ensuite aux poudingues. Les dernières intercalations fossilifères dans les faciès rouges sont encore visibles à l'W de Ridaura et le long de la faille d'Amer-San Privat de Bas.

Des passages latéraux analogues sont visibles à l'autre extrémité de la Sierra de Milany-Santa Magdalena (voir pl. V). La carte géologique au 1/50 000e, n° 294 (Manlleu) indique à cet endroit un important chevauchement du « tramo rojo intermedio » sur les « maciños supérieurs ». En fait les couches rouges que l'on voit en contact anormal sur les « maciños supérieurs » au km 99,5 de la route Ribas-Ripoll ne comprennent pas seulement le « tramo rojo intermedio » mais l'équivalent conglomératique des « maciños supérieurs » et des marnes de Manlleu. Il en résulte que l'accident porté sur la carte de Manlleu a en réalité un rejet maximum de 200 m et n'est dû qu'à la disharmonie de plissement entre les couches rouges à nombreuses intercalations argileuses et les « maciños » en falaises massives. Les intrications des faciès gréseux ou argilo-gréseux fossilifères avec les faciès rouges ont été portées sur la planche V. Comme dans la zone de Llendrich le passage des faciès marins aux faciès rouges continentaux semble se faire ici aussi avec une forte réduction d'épaisseur au moins pour la base de la série marines (« maciños supérieurs » et marnes de Manlleu).

En résumé, la base des couches rouges des synclinaux de Ripoll-Vallforgona et de Milany correspond au « tramo rojo intermedio » et au « maciños supérieurs » de la série développée plus au S, dans l'anticlinal de Bellmunt. Le reste de la série rouge est l'équivalent des marnes de Manlleu et des couches à Bryozoaires et Polypiers de la Plaine de Vich.

Le substratum du « tramo rojo intermedio » comprenant des niveaux très constants à *Nummulites aff. Brongnarti* et *Alvéolina fusiformis* SOWERBY du Lutétien supérieur (= « Biarrtzien » de H. SCHAUB), la base de la série rouge des synclinaux de Ripoll-San Salvador de Vianya et de Milany appartient au Lutétien supérieur. Le sommet de la même série rouge est probablement déjà d'âge éocène supérieur ainsi que le suggèrent ses relations avec la série marine de Vich (les marnes de Vich-Manlleu contiennent une faune caractéristique du Bartonien). Les corrélations proposées entre faciès marins argileux et faciès rouges conglomératiques sont portées sur la planche VI.

III. - L'ORIGINE DU MATÉRIEL DÉTRITIQUE DE LA SÉRIE ROUGE DE RIPOLL

Cette origine a été recherchée d'abord en faisant sur certaines coupes très complètes de la série rouge les mesures suivantes : mesure du centile apparent maximum sur chaque banc, comptage des bancs gréseux et des bancs conglomératiques, du nombre total de bancs et évaluations de rapports tels que :

$$\frac{\textit{Nombre de bancs conglomératiques}}{\textit{Nombre total de bancs}}$$

mesures granulométriques et morphométriques des galets, enfin échantillonnage de tous les types d'éléments visibles dans les conglomérats. Dans les affleurements situés au S de la Sierra de Milany, où la granulométrie est trop faible pour permettre une étude directe sur le terrain, les mesures décrites plus haut ont été remplacées par des comptages sur plaques minces.

I. — EVOLUTION DU CENTILE APPARENT.

a) *Evolution stratigraphique.*

En portant sur un graphique les centiles apparents de tous les bancs conglomératiques d'une même coupe, et ceci pour plusieurs coupes, on constate que le centile évolue toujours de la même façon : croissance régulière du bas vers le haut de la formation, devenant parfois brutale dans le tiers supérieur (voir pl. VII).

Cet accroissement du centile est lié à une arrivée brutale et massive d'éléments de granite venu de l'E ; ceux-ci s'altérant et se décomposant très rapidement en sables arkosiques, ces deux phénomènes étroitement liés sont mieux marqués dans la partie orientale de la zone étudiée. Vers l'W, au contraire, l'altération des galets de granite rapidement décomposés en sables arkosiques voile l'importance de cet apport de matériaux détritiques.

Cette variation du centile permet déjà de subdiviser en deux entités distinctes les couches rouges de l'Eocène terminal. Les résultats des autres mesures effectives viennent justifier cette subdivision.

b) *Evolution géographique.*

Sur les planches VIII et IX ont été portées les valeurs maximales du centile relatives à chaque coupe. Celles-ci décroissent du N vers le S, mais aussi et surtout de l'E vers l'W. La diminution d'E en W s'observe bien dans les deux tiers inférieurs de la série (pl. VIII) mais elle est beaucoup plus nette dans le tiers supérieur de la formation. En définitive la répartition des centiles maximaux semble indiquer que les apports détritiques sont venus du N et de l'E pendant le dépôt des deux premiers tiers de la série rouge, puis ensuite presque exclusivement de l'E.

II. — Evolution géographique du pourcentage de bancs détritiques.

Les planches VIII et IX montrent qu'elle est exactement la même que celle du centile maximum.

Le rapport

$$\frac{\textit{Nombre de bancs conglomératiques}}{\textit{Nombre total de bancs}}$$

décroît du N au S et surtout d'E et W. Il en est de même pour le rapport :

$$\frac{\textit{Nombre total de bancs gréseux}}{\textit{Nombre total de bancs}}$$

Et ceci amène à la même conclusion que dans l'étude des centiles, à savoir que les apports détritiques sont surtout en provenance de l'E.

III. — Nature des galets et graviers.

Elle est extrêmement variée. Les éléments les plus fréquents, observés sur le terrain, sont :

— des calcaires fin ou graveleux, blancs, beiges, roux ou bleu-noir ;

— des grès rouges ;

— des quartzites blancs ou noirs ;

— des calcaires gréseux et des calcshistes verdâtres, très légèrement métamorphisés ;

— des granites le plus souvent très altérés.

Parmi les éléments très rares, rencontrés un très petit nombre de fois, on peut citer : des Rhyolithes, des schistes à andalousite, des calcaires à Alvéolines ou à Assilines, des dolomies cristallines grises.

L'étude des microfaciès de ces éléments permet de leur assigner un âge approximatif par comparaison avec ceux des séries actuellement affleurantes sur le versant S des Pyrénées orientales, dans le massif des Albères, l'Ampurdan et la chaîne catalane.

a) Les calcaires graveleux blancs, beiges ou bleu-noir. Ils contiennent presque toujours 20 à 60 % de gravelles et des foraminifères caractéristiques du Crétacé inférieur ou moyen : Orbitolines, Coskinolines, Dicyclines, Nautiloculines ; dans certains galets abondent les polypiers et les dasycladacées. Tous les galets de calcaires graveleux sont donc issus de formations de calcarénites du Crétacé inférieur et moyen.

b) Il faut signaler dans les galets calcaires la présence d'un microfaciès tout à fait différent des précédents : calcaire finement cristallin pétri de Lagenidès et de Globigérinidès, comparables aux faciès pélagiques du Senonien supérieur d'Aquitaine. Les éléments présentant ce microfaciès correspondent à environ 5 % des galets calcaires beiges ou bleu-noir.

c) Schistes métamorphiques, granite.

Le degré d'altération de ces éléments est tel que l'examen des plaques minces n'a donné aucune indication précise.

IV. — Provenance des éléments des conglomérats.

Les faciès et les microfaciès du Crétacé inférieur et moyen décrit plus haut sont tout à fait identiques à ceux que l'on peut observer sur les affleurements chevauchant ou même charriés situés au N de Figueras, et dans le massif de Toroella de Montgri (terminaison N de la chaîne catalane, en bordure de la Méditerranée). De même les calcshistes et les schistes verdâtres paloozoïques semblent bien identiques à ceux de la chaîne catalane sur le pourtour de laquelle on retrouve les mêmes faciès, probablement siluriens.

Il faut noter qu'on ne rencontre dans les éléments de conglomérats de l'Eocène terminal aucun faciès représentant la série paléozoïque des Pyrénées-Orientales : en particulier je n'ai rencontré aucun élément de calcaire à Tentaculites dévonien. Les calcaires dévoniens bien représentés dans la zone axiale pyrénéenne jusqu'au méridien de Camprodon au moins, n'ont été recouverts que par le Permotrias détritique et peut-être par les formations éocènes sur le revers S des Pyrénées catalanes. L'absence de galets de calcaire dévonien dans la série rouge étudiée ici semble indiquer que l'actuelle zone primaire axiale des Pyrénées ne jouait pas encore à l'Eocène son rôle de barrière.

On remarque enfin que les éléments de calcaire éocènes, quoique signalés par Mengel dès 1906 sont extrêmement rares et ne se rencontrent que dans la partie ouest de la zone étudiée (région de San Juan de las Abadesas-Ripoll). Ces rares galets de calcaire éocènes sont issus des calcaires à Alvéolines de l'« Ilerdien ». Or en se référant au tableau de corrélation joint à la description sommaire des affleurements (pl. VI) on voit que les faciès calcaires à Alvéolines « ilerdiens » sont cantonnés sur la bordure orientale de l'Ampurdan (extrémité E de la zone étudiée). Dans la zone où ces mêmes faciès à Alvéolines sont reconnaissables dans les galets de la série rouge, il ne s'est déposé à l'Ilerdien que des marnes gréseuses. On ne peut donc conclure qu'à une provenance orientale des galets de calcaire à Alvéolines. Mis à part les calcaires appartenant aux formations sous-jacentes à la série rouge de Ripoll, le long de la chaîne pyrénéenne, seraient susceptibles d'être rencontrés parmi les galets de cette menue série : calcaire à Milioles, calcaires à Assilines du Lutétien moyen, calcaires à Assilines ou à Nummulites en intercalations dans l'Eocène inférieur et rognons de silex de ces mêmes calcaires. Dans toutes les coupes faites dans la série rouge de Ripoll, il n'a été trouvé finalement qu'un unique galet de calcaire à Assilines, dans les derniers mètres de la série, près de l'Ermita de San Julian.

En définitive presque tous les galets examinés dans la série rouge de Ripoll proviennent soit de la chaîne catalane, soit de l'ancien massif de l'Ampudan à la jonction de la chaîne catalane et de l'extrémité orientale des Pyrénées. Les calcaires paléozoïques, éocènes inférieurs ou lutétiens des Pyrénées, sont absents ou extrêmement rares. Les conglomérats de la série rouge de Ripoll doivent donc résulter beaucoup plus d'un drainage de la chaîne catalane et de sa terminaison orientale que d'une érosion des Pyrénées.

V. — Répartition des éléments dans les deux tiers inférieurs de la série rouge de Ripoll.

Sur la planche X ont été reportés les pourcentages respectifs de chaque classe d'éléments de conglomérats. Ces pourcentages ont été établis par des comptages directs sur le terrain dans le N de la zone étudiée, ou par des comptages sur plaques minces pour les affleurements de microconglomérats de l'Anticlinal de Bellmunt.

On note presque toujours une prédominance des éléments de la série paléozoïque issus de la chaîne catalane. Dans la région de Santa Pau toutefois 50 % des éléments sont constitués de calcaires crétacés.

Les différents faciès du crétacé de la chaîne catalane sont presque toujours tous représentés.

Les éléments granitiques sont très rares ou absents. Les pourcentages d'éléments de microconglomérats dans l'anticlinal de Bellmunt ont été établis d'après l'étude micrographique effectuée sur les échantillons de deux types. L'une d'elles a été faite sur le flanc N de l'anticlinal dans la boutonnière du Rio Gés, à 3 km à l'E de San Quirico ; l'autre également sur le flanc N sous la falaise de Puig Sa Calm au N du village de Juanetas.

Le matériel détritique dans cette zone est en grande partie quartzeux : Il s'agit soit de grains de quartz anguleux de très petites tailles (0,1 à 0,3 mm de diamètre apparent moyen), soit de fragments de quartzites de taille beaucoup plus grande et dont l'arrondi et la sphéricité sont très poussés.

On trouve également un pourcentage important de débris de calcaire crétacé. Dans ces débris sont reconnaissables des gravelles, des Miliolidés, des fragments de Verneuillinidés, de Cunéolines et de Dicyclines. Ce sont les mêmes microfaciès du crétacé déjà reconnu dans les éléments de grande taille des conglomérats.

Les autres éléments détritiques sont des feldspaths altérés, de rares micas, des minéraux opaques, et quelques débris de schistes noirs à Radiolaires (provenant du Silurien de la chaîne catalane).

VI. — Répartition des éléments dans le tiers supérieur de la série.

A l'accroissement brusque des centiles et des pourcentages de bancs gréseux et conglomératiques dans le tiers supérieur de la série rouge correspond un changement brutal dans les pourcentages des diverses classes pétrographiques d'éléments. Sauf le massif de San Julian où continuent à dominer les éléments de calcaire crétacé, le tiers supérieur de la série rouge est caractérisé par l'accroissement très brutal des éléments de granite. Ceux-ci représentent en moyenne 50 % du total des éléments ; certains bancs contiennent exclusivement des galets de granite. Ils sont toujours très altérés et leur taille diminue très rapidement d'E en W : Dans la vallée du Rio Ter ils sont déjà complètement détruits et on ne rencontre plus que des bancs de grès arkosiques.

Les éléments tels que les calcaires à Alvéolines de l'« Ilerdien » (Cuisien inférieur) où les calcaires à grandes *Assilina Spira* du Lutétien n'apparaissent qu'exceptionnellement et dans les tous derniers mètres de la série.

En définitive l'étude de la variation des centiles dans le temps et dans l'espace, ainsi que de la nature et de la répartition des éléments des conglomérats fait apparaître les faits suivants :

— La série rouge Ripoll peut être divisée en deux termes, différents par la taille des éléments et une répartition différente de ceux-ci. Le premier terme correspond approximativement aux deux tiers inférieurs de la série, le terme supérieur étant le dernier tiers.

— Dans le terme inférieur on observe : décroissance du N au S et surtout de l'E vers l'W des centiles, des pourcentages de bancs gréseux et de bancs de conglomérats, prédominance des éléments de calcaires crétacés et de schistes paléozoïques en provenance de la cordillère littorale catalane.

— Dans le terme supérieur, les centiles maximaux, les pourcentages de grés et de conglomérats décroissent rapidement d'E en W. Les éléments des conglomérats sont les mêmes qu'à la base de la série mais les éléments de granite deviennent très abondants.

— Le massif de San Julian où dominent les galets de calcaires crétacés, doit avoir en sa zone d'apport propre, probablement dans la chaîne catalane.

— Pratiquement tous les galets proviennent de la chaîne catalane, du massif de l'Ampurdan du massif des Albères. La plupart des microfaciès du Paléozoïque du Crétacé ou de l'Eocène inférieur de la chaîne catalane et de l'Ampurdan sont représentés dans les conglomérats de la série rouge de Ripoll. Au contraire les faciès paléozoïques ou éocènes des Pyrénées sont totalement absents ou bien très rares.

Il faut alors admettre que la série rouge de Ripoll est beaucoup plus le produit de l'érosion du massif catalan que le résultat de l'érosion des Pyrénées. On peut seulement admettre un faible apport pyrénéen dans la région de Ripoll, apport suggéré par l'augmentation du centile dans cette zone.

IV. - LES CONDITIONS DE DÉPOTS DES CONGLOMÉRATS

I. — Disposition des éléments dans les conglomérats : galets orientés, figures de ravinement, chenaux.

Dans la plupart des bancs on ne relève aucune disposition particulière des éléments : il n'y a en général pas de granuloclassement vertical, et les stratifications obliques ou entrecroisées, d'habitude fréquentes dans ce type de dépôt, sont absentes. Il est également très rare d'observer des orientations préférentielles des galets. Des bancs à galets orientés sont visibles en deux points seulement : Au col de Pantigosa, au sommet de la série, les galets fortement inclinés indiquent un courant fluviatile de direction E-W ; et au sud-ouest de Campdevanol (Vallée du Ter) tout à fait à la base de la série ; dans ce dernier cas les galets imbriqués sont à peu près horizontaux. Cette disposition est probablement liée à un dépôt de plage. Plus fréquents sont les chenaux et les figures de ravinement creusés dans les interbancs argileux et emplis par les dépôts conglomératiques qui les recouvrent.

Ces figures sédimentaires ont en général plusieurs mètres de long, sont à peu près rectilignes et ont de 10 à 50 cm de large, de 20 à 50 cm de profondeur. Les plus caractéristiques sont visibles sur le flanc N du Synclinorium de Vall de Vianya recoupé par la route Olot-Camprodon.

Un relevé systématique de l'orientation de ces figures sédimentaires a été fait et reporté sur carte (pl. VIII et X). L'orientation approximativement E-W de la plupart des chenaux confirme que l'agent de transport déplaçait les matériaux de l'E (Ampurdan chaîne catalane) vers l'W.

Les directions relevées dans le massif de San Julian confirment également les données de l'étude pétrographique des galets : La sédimentation dans cette zone était sous la dépendance des apports d'un émissaire particulier.

II. — Etude granulométrique des galets.

Afin de confirmer les résultats des mesures précédentes et de préciser, si possible, les conditions de dépôts des conglomérats, une étude granulométrique des galets a été abordée.

La plupart du temps les conglomérats sont trop solidement consolidés pour qu'on puisse faire des mesures sur des galets dégagés. C'est pourquoi il a été utilisé ici la méthode dite « linéaire » ou de « la ficelle » préconisée par Tricart et Cailleux (1956). A partir de ces mesures ont été construites des courbes cumulatives analogues à celles obtenues par tamisage des sables ou des graviers (pl. XII).

L'exploitation de ces courbes est ensuite faite :

1° Par la mesure des indices de Krumbein ou de Cailleux.

2° Par l'analyse de la forme de la courbe (Rivière, 1957).

Le choix d'une limite inférieure de diamètre apparent, au dessous de laquelle les éléments détritiques sont considérés comme faisant partie du ciment, conduit à la construction de courbes cumulatives incomplètes pour les diamètres limites mesurables sur le terrain (ici 5 mm). Dans les courbes figurées sur la planche XII. la proportion d'éléments inférieurs à 5 mm varie de 20 à 50 %.

Il en résulte que pour apprécier le degré de classement du matériel détritique, le calcul de l'indice de Krumbein est ici presque toujours impossible car il nécessite la connaissance du premier quartile. C'est pourquoi on a utilisé l'indice d'hétérométrie de Cailleux qui est obtenu en mesurant à l'aide d'une échelle conventionnelle dite échelle φ l'inverse de la pente dans la partie la plus redressée de la courbe.

Cette méthode peut être appliquée ici sans inconvénient, mais il faut se souvenir que les résultats ainsi obtenus ne concernent que la moitié la plus grossière du stock de détritiques, et il n'est pas exclu que les courbes de la planche XII, presque toutes paraboliques, soient des portions de courbes plurimodales : c'est-à-dire que seul le mode de sédimentation de la fraction grossière des détritiques est étudiée ici et qu'il n'est pas sûr qu'il soit le même pour la fraction fine.

Finalement les grandeurs suivantes ont été calculées à partir des courbes cumulatives :

— La médiane.

— L'indice de KRUMBEIN Q d φ quand la valeur du premier quartile est connue.

— L'indice d'Hetérométrie : Het.

— L'écart t = Q d φ — Het.

Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau suivant :

	Médiane	Q et φ	Het	t
	mm			
1er terme de la série rouge :				
Route Olot-Camprodon, km 16	0.50			
Route Olot-San Juan, km 64	6.50		1,35	
2e terme de la série rouge :				
1 km W de Vall de Vianya	12.00		1,10	
Route Olot-Camprodon km 10.50	9.00		1.20	
Route Olot-San Juan km 67.00	8.50		1.00	
Route Olot-San Juan km 67.05	12.00		1.05	
Falaise de San Julian	32.50	1,25	0.88	0,37
Falaise de San Julian	25.00		0,92	

De la forme des courbes et du tableau ci-dessus on peut tirer les conclusions suivantes.

— Toutes les courbes sont du même type : paraboloïde (avec dispersions aléatoires pour les plus gros diamètres).

L'indice d'hétérométrie est toujours très fort : 0,90 à 1,35. De telles courbes et de tels indices sont généralement indicateurs de dépôts détritiques en début d'évolution due à un transport court en régime torrentiel probablement. Ceci confirme les indications données par l'examen de la disposition des galets et des figures sédimentaires.

— Les classements les plus mauvais sont ceux des dépôts du premier terme de la série. Les meilleurs sont ceux du sommet de la série dans le massif de San Julian, ce qui confirme l'origine particulière et probablement plus lointaine que les autres, du matériel déposé dans le synclinal de San Julian. Dans le dernier terme de la série rouge les indices d'hétérométrie les plus forts, c'est-à-dire ceux indiquant le plus mauvais classement sont ceux mesurés dans la région de Vall de Vianya (extrémité E de la zone étudiée). Les matériaux sont donc de moins en moins triés d'E en W et il se confirme que le sens général des apports était orienté E-W.

— L'écart constaté entre l'indice de KRUMBEIN et l'indice d'hétérométrie dans une mesure sur la deuxième falaise sous le sommet de San Julian est probablement attribuable à la présence de deux stocks détritiques réagissant différemment au transport : calcaire crétacé d'une part, schistes primaires d'autre part.

III. — Morphométrie des galets.

La morphométrie des galets n'a pu être étudiée que dans les cas très rares où l'on rencontrait suffisamment de galets dégagés au mur d'un banc conglomératique, où lorsqu'il s'agissait de conglomérat peu ou pas cimenté.

A partir des mesures faites sur des stocks de 15 à 25 galets calcaires pour différentes classes granulométriques, dans les affleurements du col de Pantigosa, ont été calculés les indices d'aplatissement, de dissymétrie et d'émoussé définis par CAILLEUX (1956). Les valeurs médianes de ces indices sont rassemblées dans le tableau suivant :

Classe granulométrique en mm	*Longueur médiane*	*Indice d'aplatissement* $\frac{L+l}{2l}$	*Indice de dissymétrie* $\frac{AC}{L}$	*Indice d'émoussé 1er ordre* $\frac{2R_1.100}{L}$
30-40	3.5	1,9	0,68	300
50-60	5.6	1.8	0.65	275
70-80	7.6	1,8	0.60	210

Les indices d'aplatissement et de dissymétrie varient peu avec le diamètre des galets. Ils indiquent

tous un transport en milieu fluviatil. En effet, les indices de dissymétrie des galets calcaires en milieu fluviatil sont en général compris entre 0.55 et 0,65, et les indices d'aplatissement entre 1,8 et 3. Les indices d'émoussé plus forts pour les galets de petite taille que pour ceux de l'ordre du centile, sont plutôt caractéristiques de matériel transporté en rivière. (Pour les classes granulométriques étudiées ici les indices d'émoussé des galets calcaires transportés par un courant fluviatile sont toujours compris entre 150 et 400).

D'autres mesures ont été faites sur les galets orientés à la base de la série, dans les couches de passage du Flysch lutétien à la série rouge, au SW de Campdevanol. Les indices d'aplatissement beaucoup plus élevés que dans le reste de la formation, ainsi que la disposition des galets, à peu près horizontaux, sont ceux d'un dépôt de plage.

En conclusion le peu d'indications apportées par l'étude morphoscopique des galets calcaires confirme le caractère fluviatile ou même torrentiel des dépôts de conglomérats. Seules les couches de passage au flysch, à la base de la série, offrent des caractères de dépôts de plage.

V. - CONCLUSIONS

Les affleurements de couches rouges développées à l'extrémité orientale du bassin de l'Ebre entre le massif catalan et les Pyrénées, correspondent à des dépôts complexes liés à des apports divers et d'âges différents, ordonnés selon une loi géographique.

— Dans le groupe d'affleurement le plus oriental, le synclinal de Vilarigt, en bordure de l'Ampurdan, les couches rouges débutent dès le Lutétien moyen.

— Plus à l'W, entre la faille d'Albaña et le Rio Ter, la série rouge de Ripoll est d'âge lutétien tout à fait supérieur à sa base et probablement oligocène à son sommet. Cette série est l'équivalent latéral des « Maciños supérieurs », lutétiens supérieurs, et des Marnes de Manlleu, bartoniennes. L'intercalation rouge visible au sein de la série marine dégagée dans la boutonnière anticlinale de Bellmunt correspond à la base de la série rouge de Ripoll.

— Enfin à l'E de la plaine de Vich, les couches rouges surmontent les Marnes bartoniennes de Vich-Manlleu et sont donc dès leur base post-bartoniennes.

En définitive, la base des faciès de poudingues et d'argiles rouges se déplace stratigraphiquement d'E en W ; du Lutétien moyen à l'Oligocène.

Ces formations rouges sont généralement considérées comme le résultat d'une sédimentation en milieu continental.

Effectivement, au sein des bancs de conglomérat, la disposition des galets, leurs caractères morphométriques et granulométriques, les figures de ravinement à l'interface des bancs prouvent que le dépôt de la série rouge de Ripoll s'est opéré en milieu fluviatil, dans le cas du massif de San Julian, ou même torrentiel, après un bref transport, dans la zone de San Salvador de Vianya.

Les figures illustrent les résultats des études sur la répartition géographique des assises conglomératiques de leur granulométrie, de la nature stratigraphique et lithologique de leurs éléments suggèrent la coexistence de deux appareils deltaïques ; l'un d'eux est responsable des dépôts accumulés dans les synclinaux de Ripoll et San Salvador de Vianya ; il fut essentiellement alimenté au Bartonien en éléments granitiques ou paléozoïques en provenance de l'E (Ampurdan et éventuellement Albères). L'autre éventail deltaïque, peut-être affluent du précédent, se développait dans la région de San Julian. La prédominance des galets de calcaires crétacés analogues aux calcaires affleurant à l'extrémité orientale de la chaîne catalane indiquerait une alimentation à partir de reliefs contigus à ce domaine (voir pl. XIII).

Il n'est pas absolument exclu qu'il ait existé, en plus de ces deux appareils deltaïques, oriental et sud oriental, un troisième émissaire de bien moindre importance, et d'origine franchement pyrénéenne, dans la région de Ripoll ; c'est ainsi que l'on pourrait interpréter l'augmentation du centile dans ce

secteur, et la présence de quelques galets de grès rouge (Permotrias) qui ne peuvent venir que d'affleurement très proches, en raison de leur grande fragilité.

Les couches rouges de Vilarigt et la série rouge de Ripoll se trouvent allongées au pied de l'arête de la zone axiale pyrénéenne. Ce fait paraissait corroborer l'hypothèse classique de l'âge lutétien supérieur du paroxysme orogénique pyrénéen, ces couches rouges devant être le résultat de l'érosion de la jeune chaîne pyrénéenne.

En fait toutes les mesures effectuées sur la série rouge de Ripoll (granulométrie, variations des centiles, relevé des chenaux) ainsi que l'étude des éléments des conglomérats montrent que les matériaux détritiques proviennent entièrement de l'ancien massif de l'Ampurdan et de la chaîne catalane. Il faut attendre les tous derniers mètres de la série pour voir apparaître des éléments dont la provenance pyrénéenne paraît certaine.

L'étude des microfaciès du Crétacé et du Paléozoïque de la chaîne catalane confirme l'origine orientale ou sud-orientale des apports détritiques.

Les microfaciès comparables à ceux observés dans les galets ne sont d'ailleurs visibles actuellement que dans la partie la plus orientale de la chaîne catalane, la cordillère littorale, et dans de petites unités charriées telles que l'affleurement de Figueras ou le massif de Toroella de Montgri. Ces klippes proviennent elles-mêmes de l'E, de l'ancienne chaîne catalane en partie effondrée au Miocène suivant des accidents NE - SW. On doit par conséquent penser que le matériel détritique de la série rouge de Ripoll a son origine dans diverses zones de l'édifice catalan y compris des zones pélagiques du Géosynclinal baléare comme le suggère la présence de calcaire à Lagénidés parmi les galets.

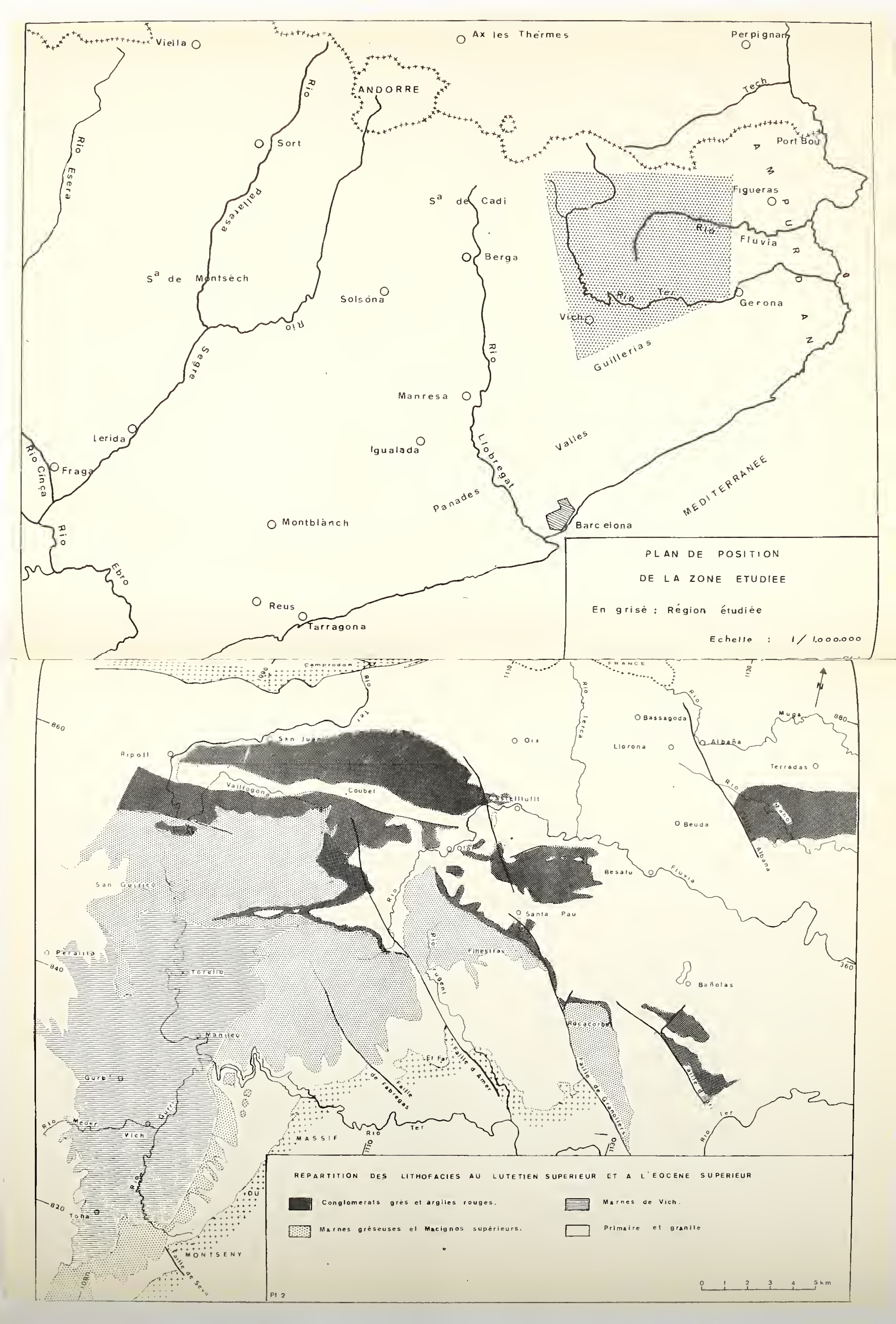
En définitive l'étude des couches rouges entre Ampurdan et Rio Ter montre :

— L'existence à l'Eocène terminal d'une chaîne catalane en cours d'érosion et correspondant aux actuelles cordillères, littorale et prélittorale, et à des reliefs actuellement submergés par la Méditerranée. Les formations rouges de Ripoll ou de Villarigt en bordure des Pyrénées catalanes, sont le produit de cette érosion et sont donc des formations tout à fait comparables aux édifices deltaïques du même âge qui jalonnent l'actuelle cordillère littorale catalane : conglomérats de Montserrat, Valdosera.

— L'absence de drainage important NE en provenance des Pyrénées et le caractère négligeable attribuable aux reliefs éventuellement développés sur l'emplacement de la zone axiale des Pyrénées-Orientales. Dans ce domaine les premières manifestations orogéniques tertiaires seraient donc sensiblement plus tardives que dans la zone nord pyrénéenne, franchement post éocènes.

Le terme de phase pyrénéenne utilisé classiquement pour évoquer une déformation développée durant l'Eocène moyen et supérieur a été étendue au concept d'un diatrophisme continu couvrant une grande partie du Tertiaire par J.-Ph. Mangin.

Ce vocable risque de ne point désigner le même phénomène selon la latitude de la région considérée (Gottis, 1957) : il faut distinguer l'orogène N pyrénéen continu du Lutétien à l'Oligocène inférieur, et qui a affecté le Narbonnais, les massifs de l'Alaric et du Monthoumet, et l'orogène de la zone axiale pyrénéenne actuelle, beaucoup plus tardif comme le confirme cette étude des dépôts conglomératiques de l'Eocène terminal.



PLAN DE POSITION
DE LA ZONE ETUDIEE
En grisé : Région étudiée
Echelle : 1/ 1.000.000
Viella
Ax les Thermes
Perpignan
ANDORRE
Sort
Port Bou
Figueras
Gerona
Vich
Guillerias
Sa de Cadi
Berga
Sa de Montsech
Solsona
Manresa
Lerida
Igualada
Fraga
Montblanch
Reus
Tarragona
Barcelona
Valles
Panades
MEDITERRANEE
AMPURDAN
Rio Esera
Rio Pallaresa
Rio Segre
Rio Cinça
Rio Ebro
Rio Llobregat
Rio Fluvia
Rio Ter
Tech
REPARTITION DES LITHOFACIES AU LUTETIEN SUPERIEUR ET A L'EOCENE SUPERIEUR
Conglomerats grès et argiles rouges.
Marnes de Vich.
Marnes gréseuses et Macignos supérieurs.
Primaire et granite
Ripoll
San Juan
Camprodon
Vallfogona
Coubet
Castellfullit
Olot
Oix
Bassagoda
Llorona
Albaña
Terradas
Beuda
Besalu
Santa Pau
San Quirico
Perafita
Torello
Manlleu
Gurb
Vich
Tona
Finestras
Bañolas
Rocacorba
El Far
Faille de Fabregas
Faille d'Amer
Faille de Granollers
Faille de Seva
MASSIF
MONTSENY
Muga
Manol
Rio Ter
Rio Fluvia
Rio Meder
Rio Gurri
Rio Brugent
FRANCE
PI 2

COUPES TECTONIQUES

Légende

Poudingues pliocènes - Alluvions quaternaires.

Laves Basaltiques.

Couches rouges : grès, argiles, conglomérats : Lutétien supérieur - Bartonien.

Marnes de Manlleu - Bartonien.

Maciños supérieurs

Maciños équivalents des couches rouges intermédiaires. } Lutétien sup.

Maciños inférieurs.

Flyschs.

Marnes de Banolas - Lutétien moyen.

Calcaire à Milioles ou à Nummulites - Lutétien inférieur.

Marnes et grès jaunes - Ypresien ?

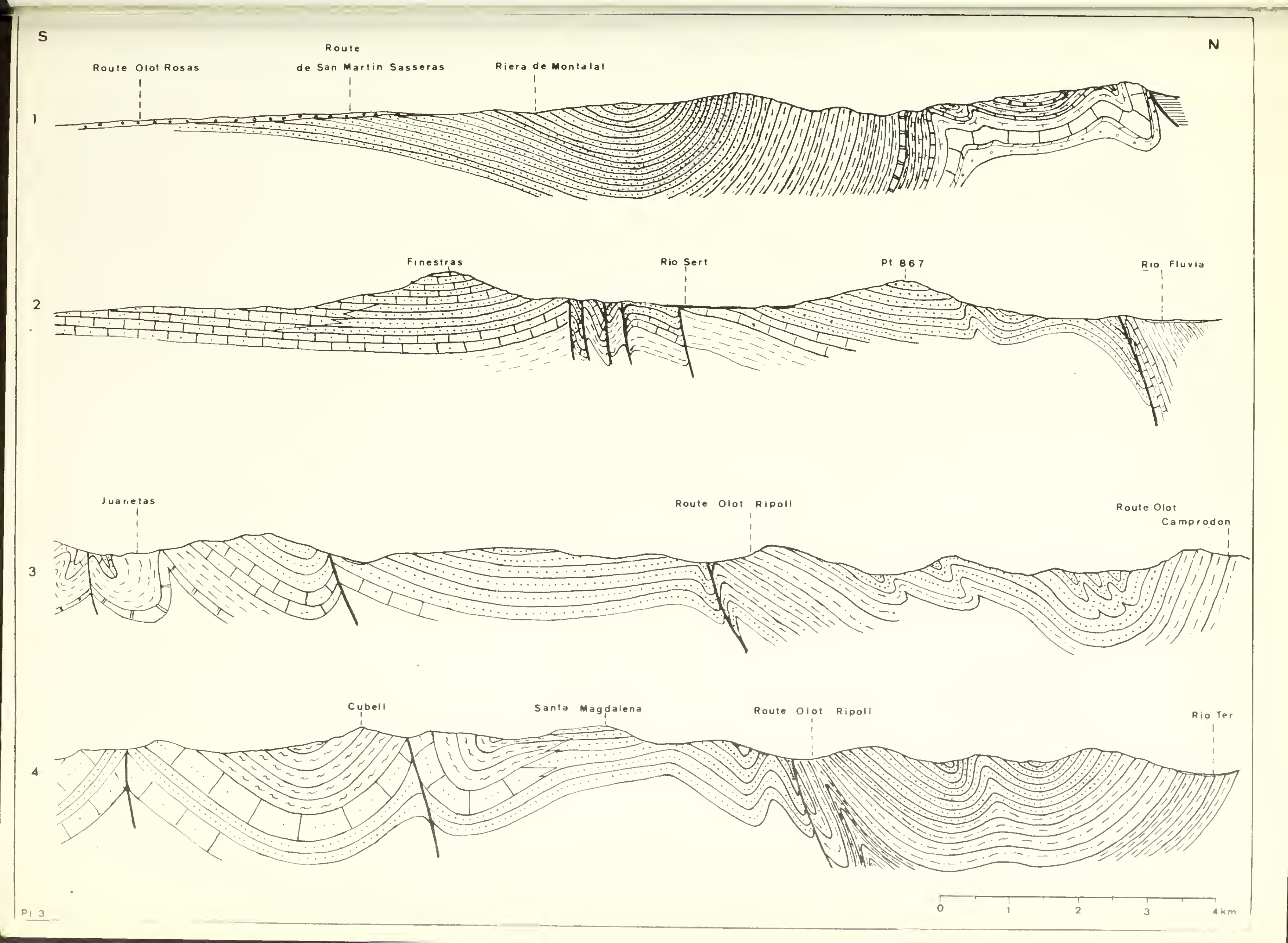
Calcaire à Alvéolines - Ypresien inférieur.

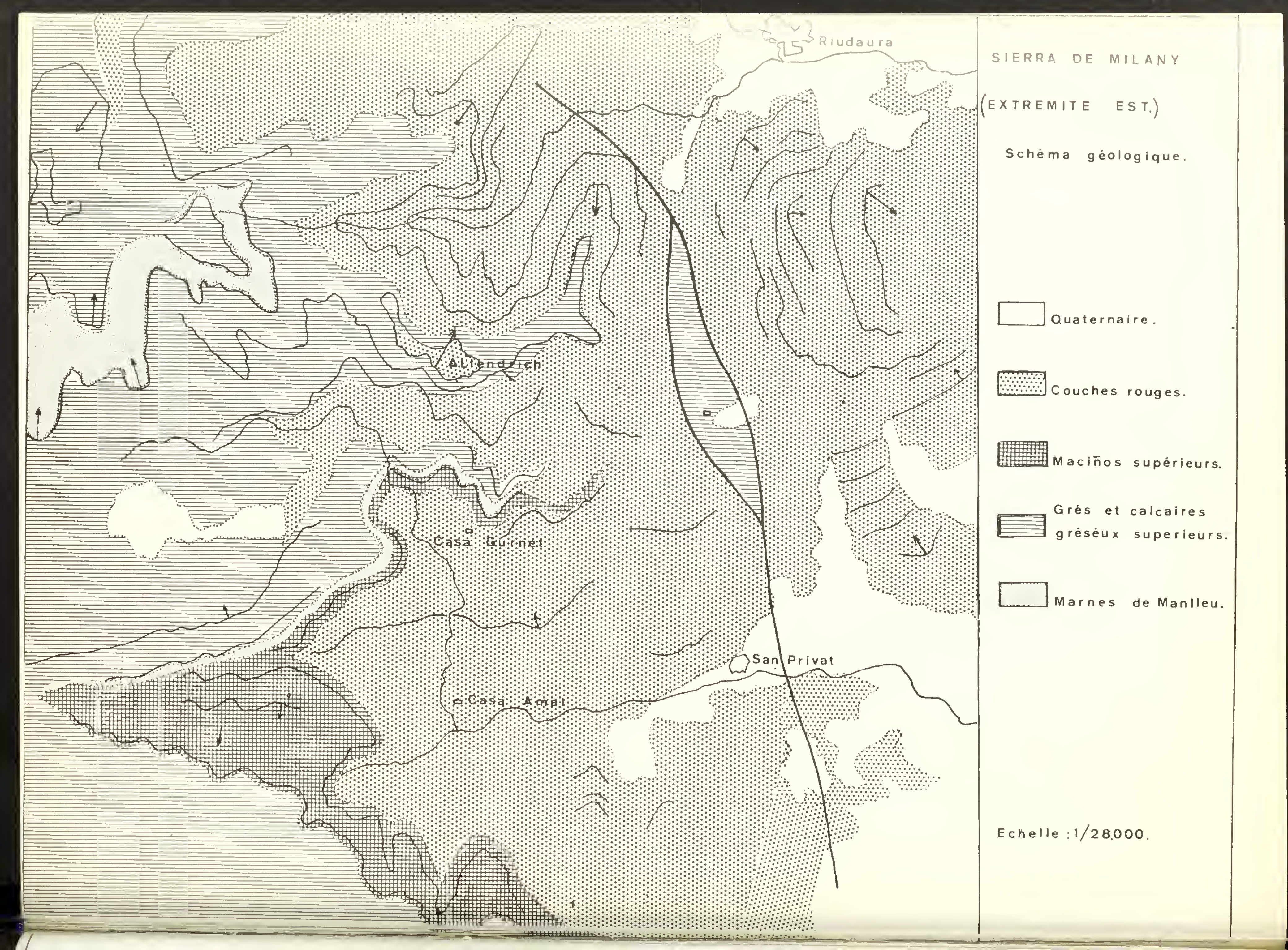
Marnes intercalées dans les calcaires à Alvéolines.

Calcaire fétide brun - Paléocène.

Argiles et grès rouges - Paléocène.

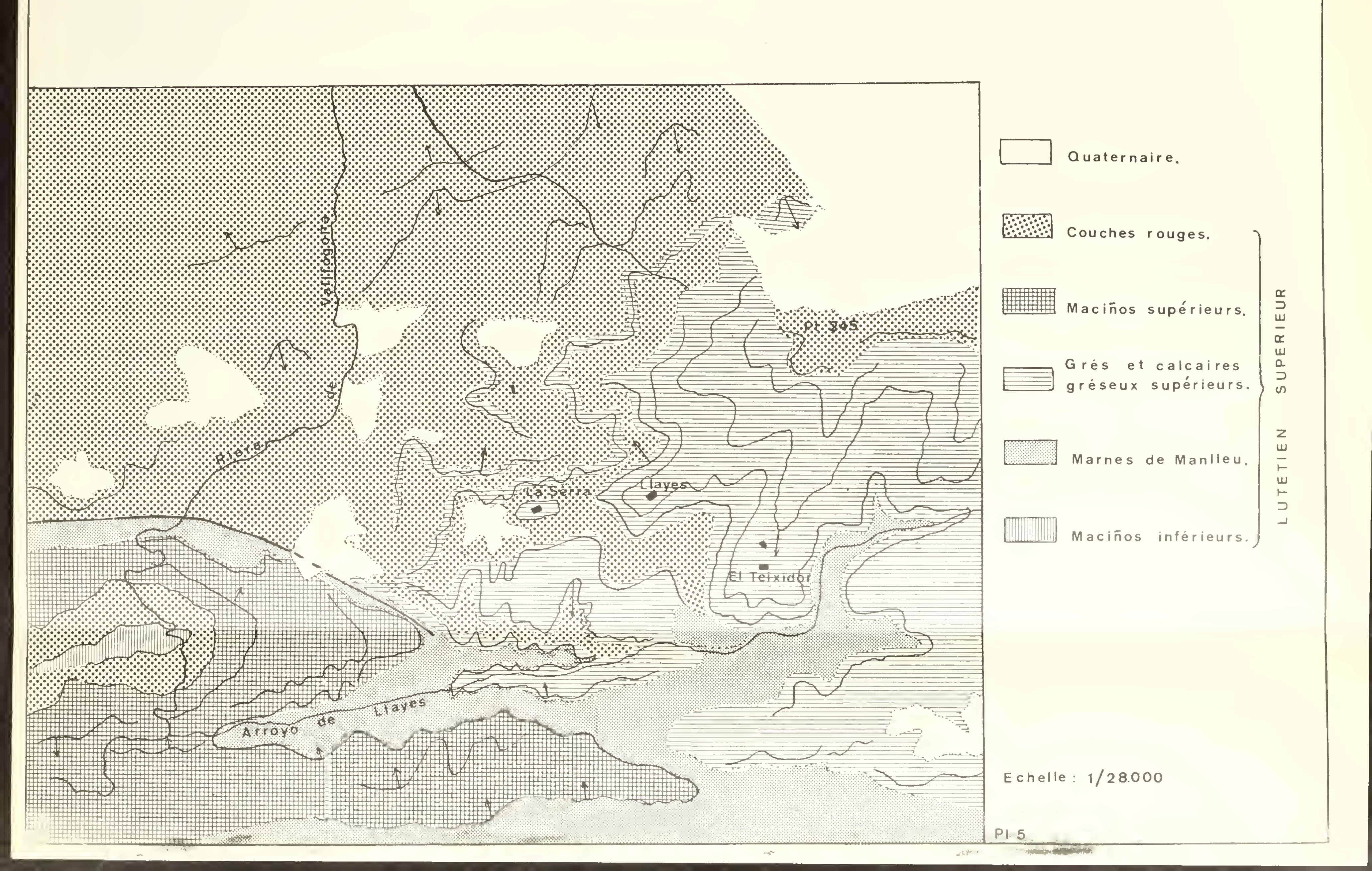
Crétacé de la Klippe du Monte Grillera.


S
N
Route Olot Rosas
Route
de San Martin Sasseras
Riera de Montalat
1
Finestras
Rio Sert
Pt 867
Rio Fluvia
2
Juanetas
Route Olot Ripoll
Route Olot
Camprodon
3
Cubell
Santa Magdalena
Route Olot Ripoll
Rio Ter
4
0
1
2
3
4 km
Pl 3

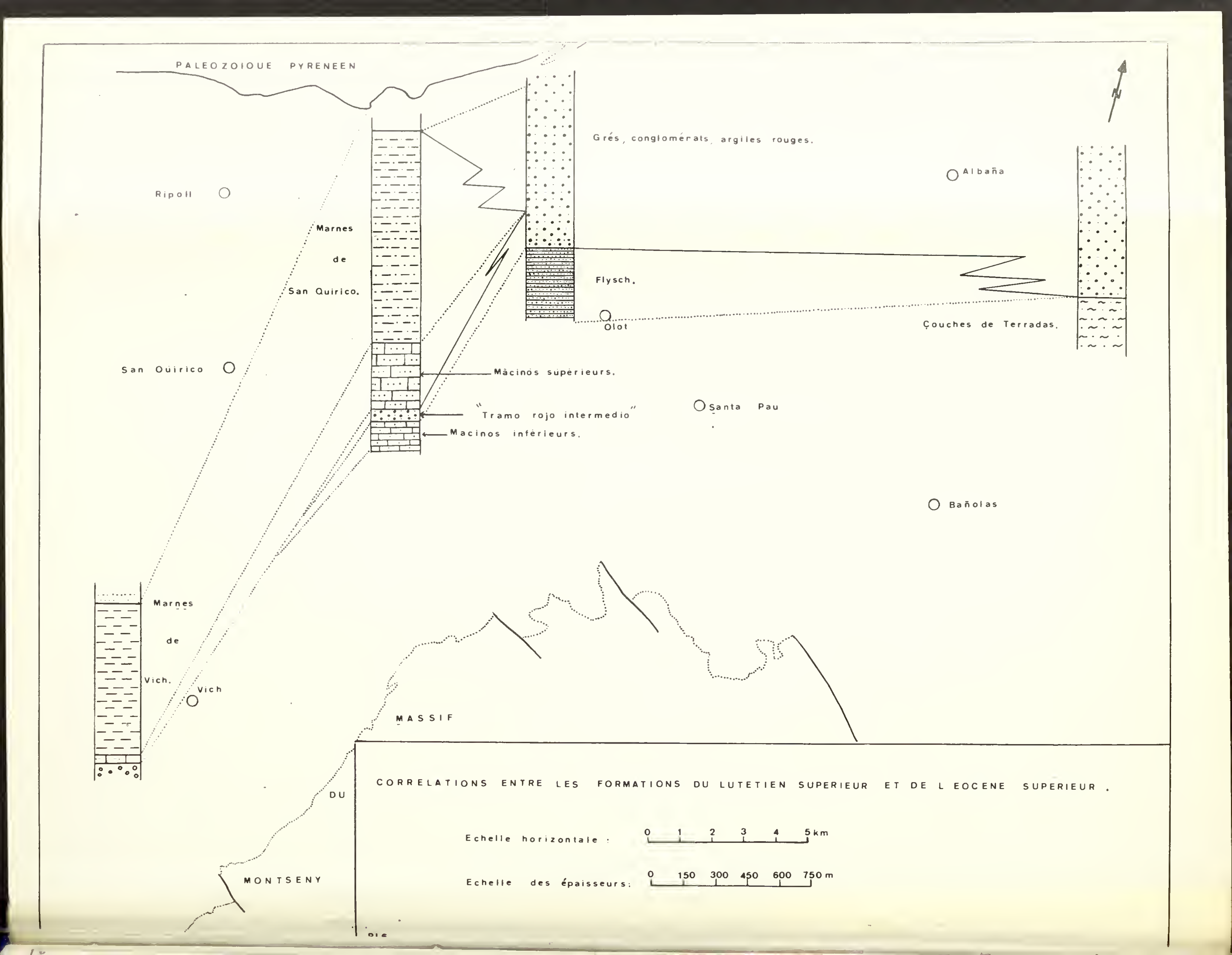

SIERRA DE MILANY
(EXTREMITE EST.)
Schéma géologique.
Quaternaire.
Couches rouges.
Maciños supérieurs.
Grés et calcaires gréséux superieurs.
Marnes de Manlleu.
Echelle : 1/28.000.
Riudaura
Allendrich
Casa Gurnet
Casa Amat
San Privat

SIERRA DE MILANY. (EXTREMITE OUEST.)

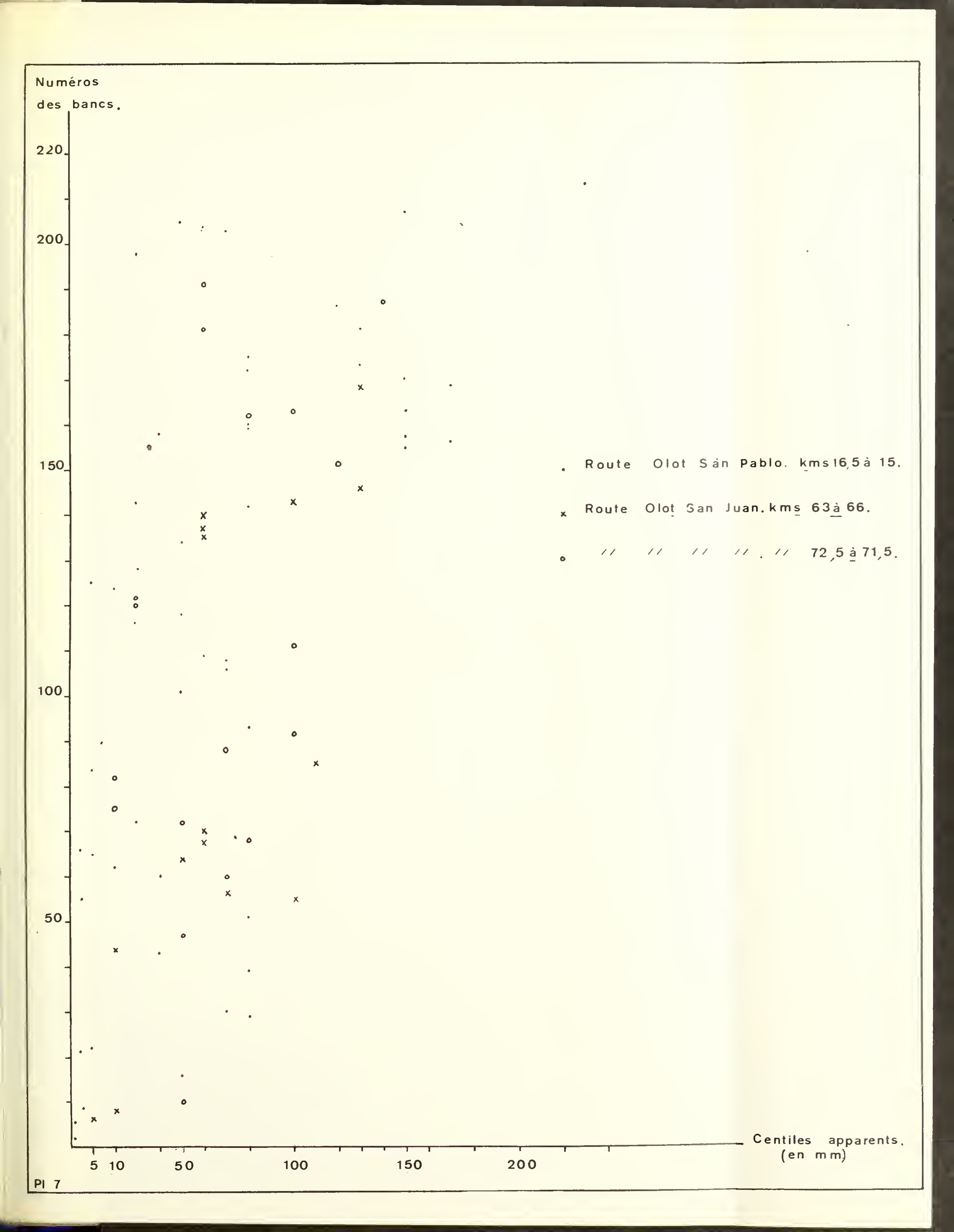
SCHEMA GEOLOGIQUE.



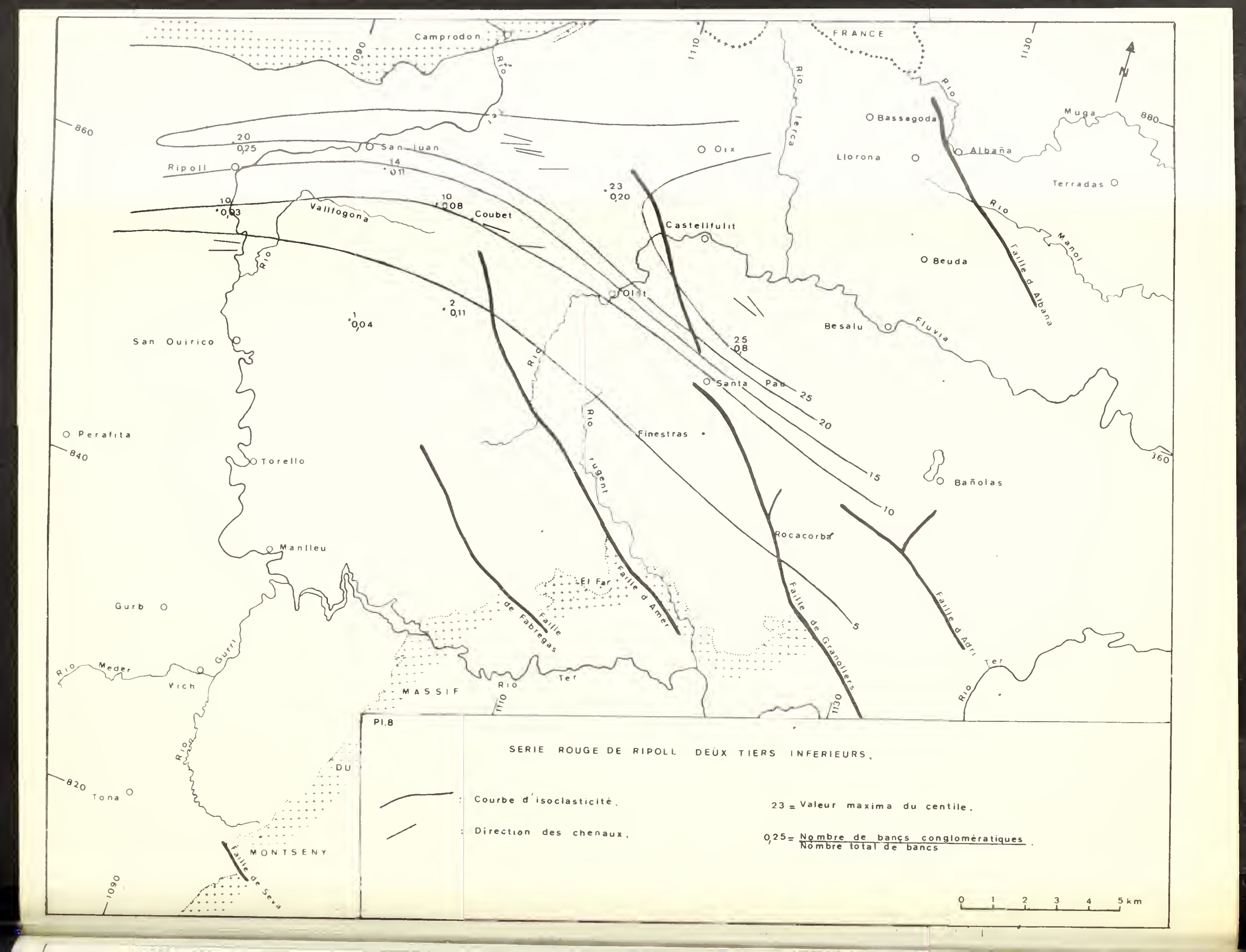
Pl 5

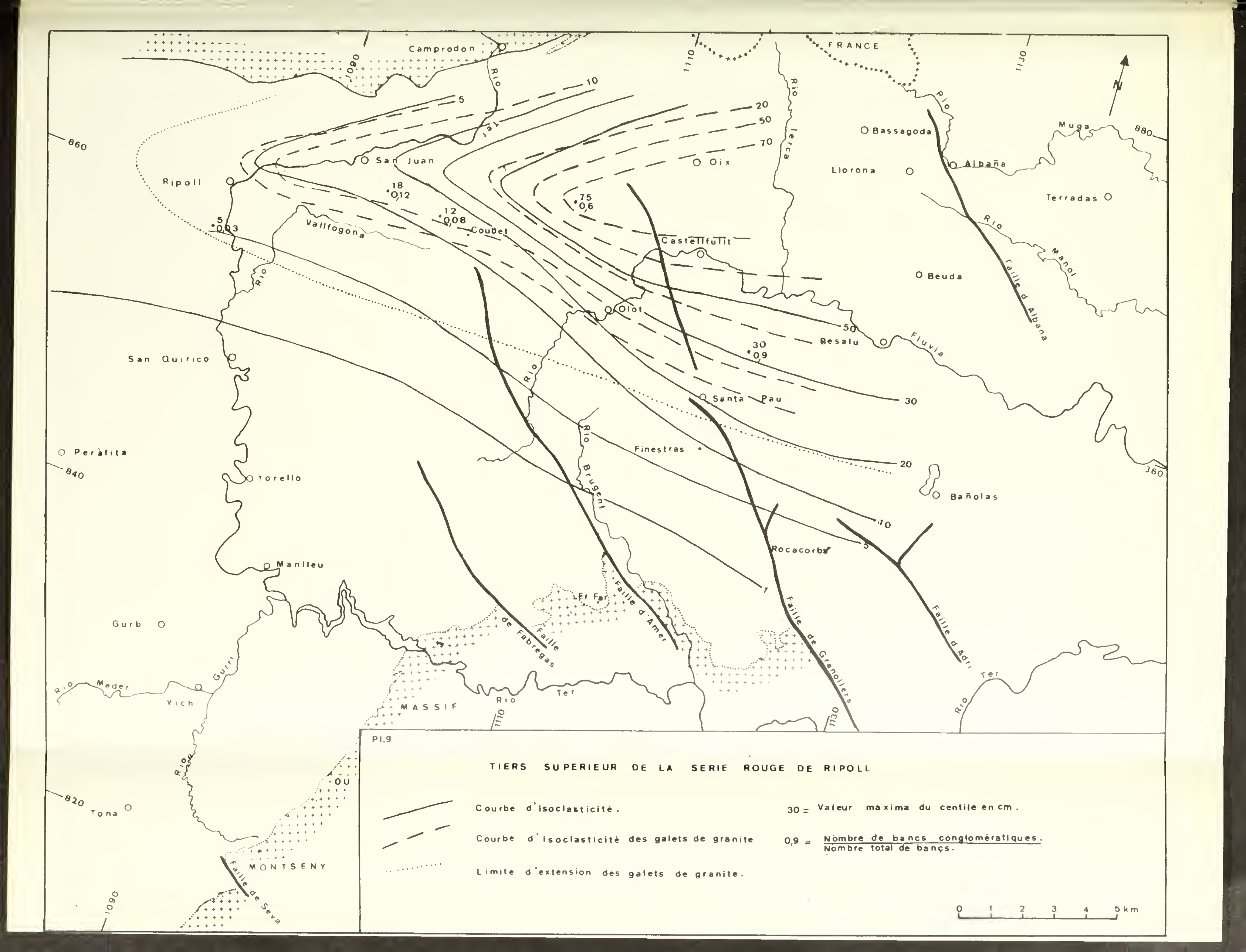


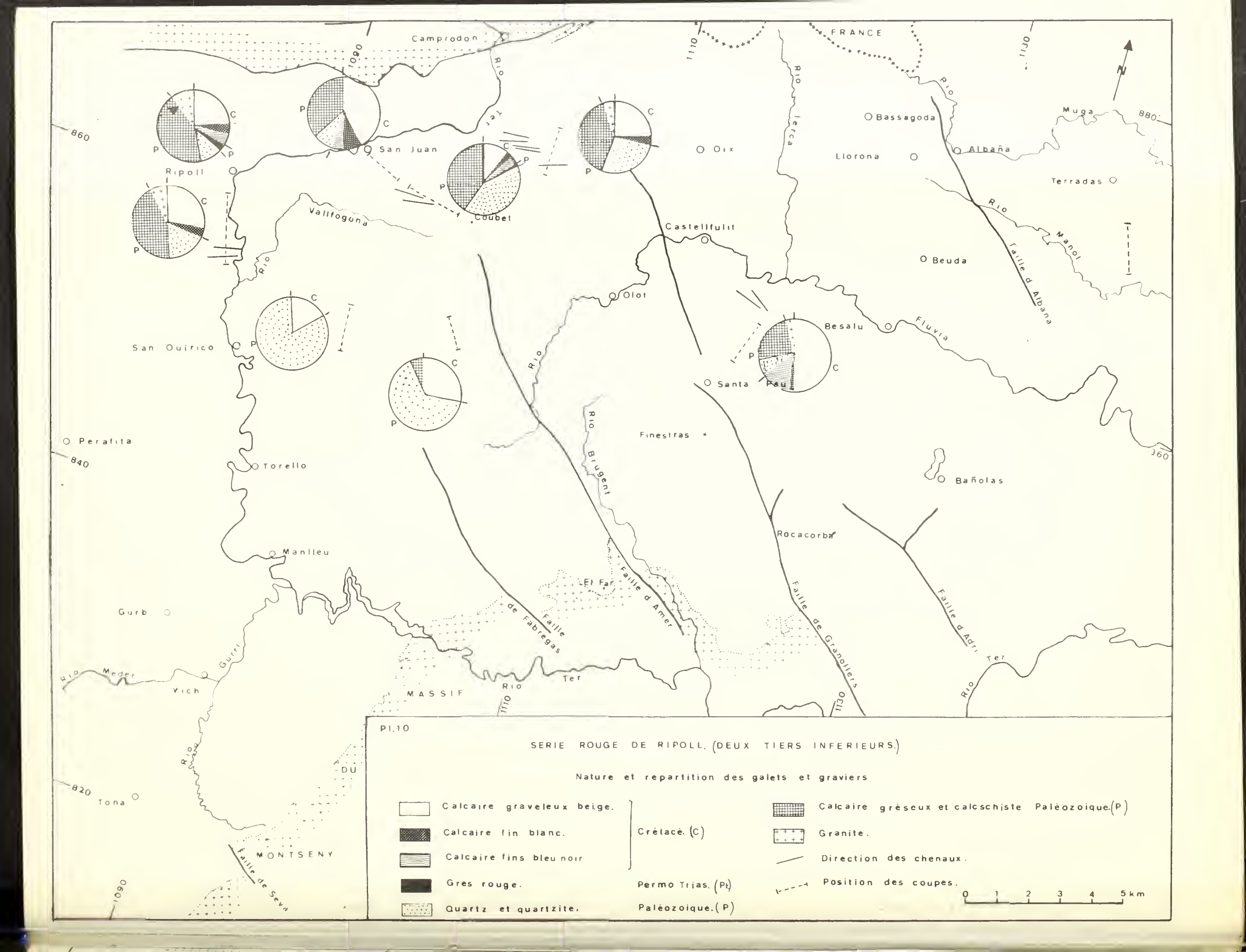
CORRELATIONS ENTRE LES FORMATIONS DU LUTETIEN SUPERIEUR ET DE L EOCENE SUPERIEUR .

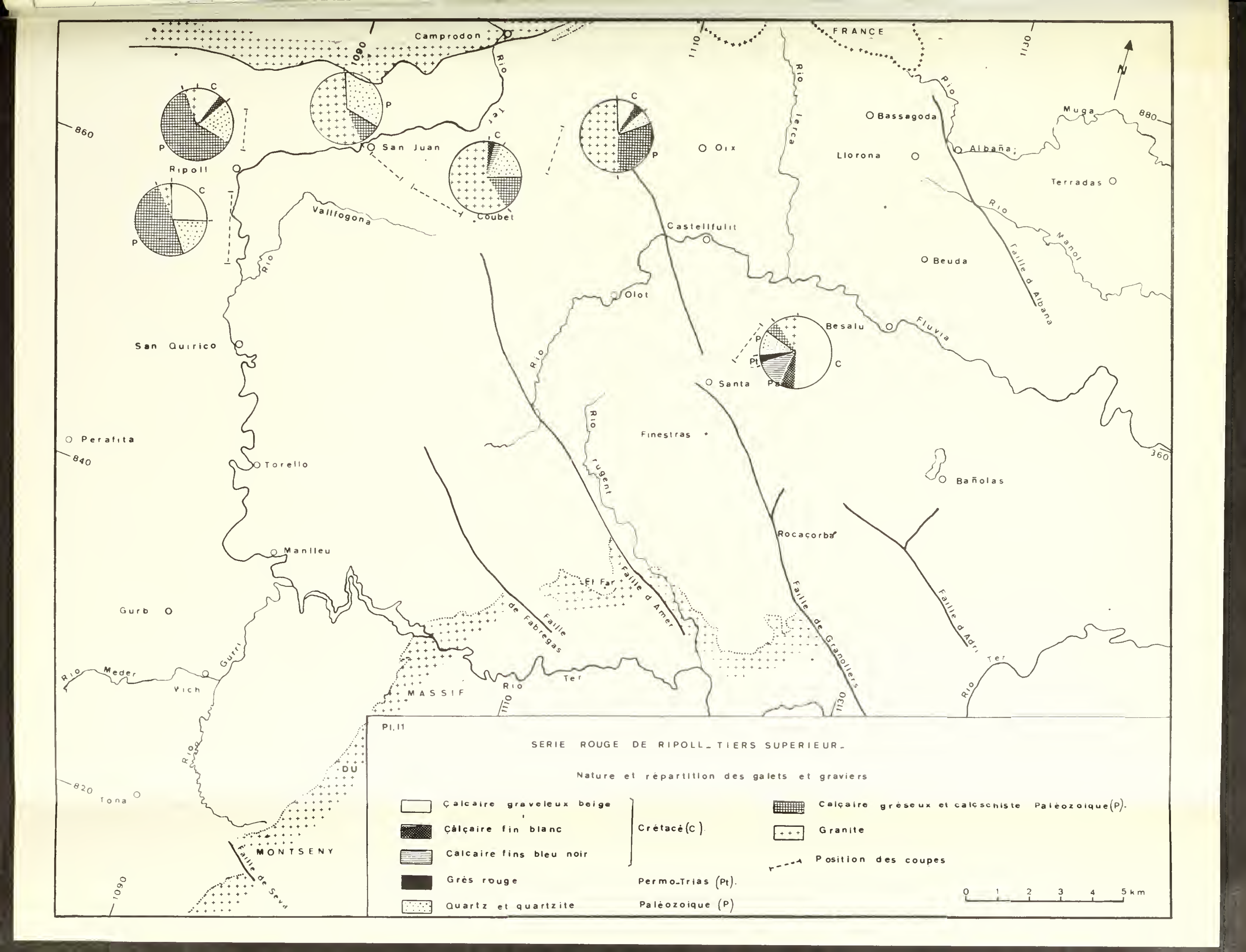


Numéros
des bancs.
220
200
150
100
50
Route Olot Sán Pablo. kms 16,5 à 15.
Route Olot San Juan. kms 63 à 66.
// // // // . // 72,5 à 71,5.
Centiles apparents.
(en mm)
5 10 50 100 150 200
Pl 7


Pl.8
SERIE ROUGE DE RIPOLL DEUX TIERS INFERIEURS.
: Courbe d'isoclasticité.
: Direction des chenaux.
23 = Valeur maxima du centile.
0,25 = Nombre de bancs conglomératiques / Nombre total de bancs.
0 1 2 3 4 5 km
N
FRANCE
Camprodon
San Juan
Ripoll
Vallfogona
Coubet
Olot
Castellfulit
Oix
Bassagoda
Albaña
Llorona
Terradas
Beuda
Besalu
Santa Pau
Finestras
Bañolas
Rocacorba
El Far
San Quirico
Perafita
Torello
Manlleu
Gurb
Vich
Tona
MASSIF DU MONTSENY
Rio Muga
Rio Manol
Rio Fluvia
Rio Ter
Rio Gurri
Rio Meder
Rio Iterca
Rio Brugent
Faille d'Albana
Faille d'Adri
Faille de Granollers
Faille d'Amer
Faille de Fabregas
Faille de Seva
860
840
820
880
360
1090
1110
1130
25
20
15
10
5

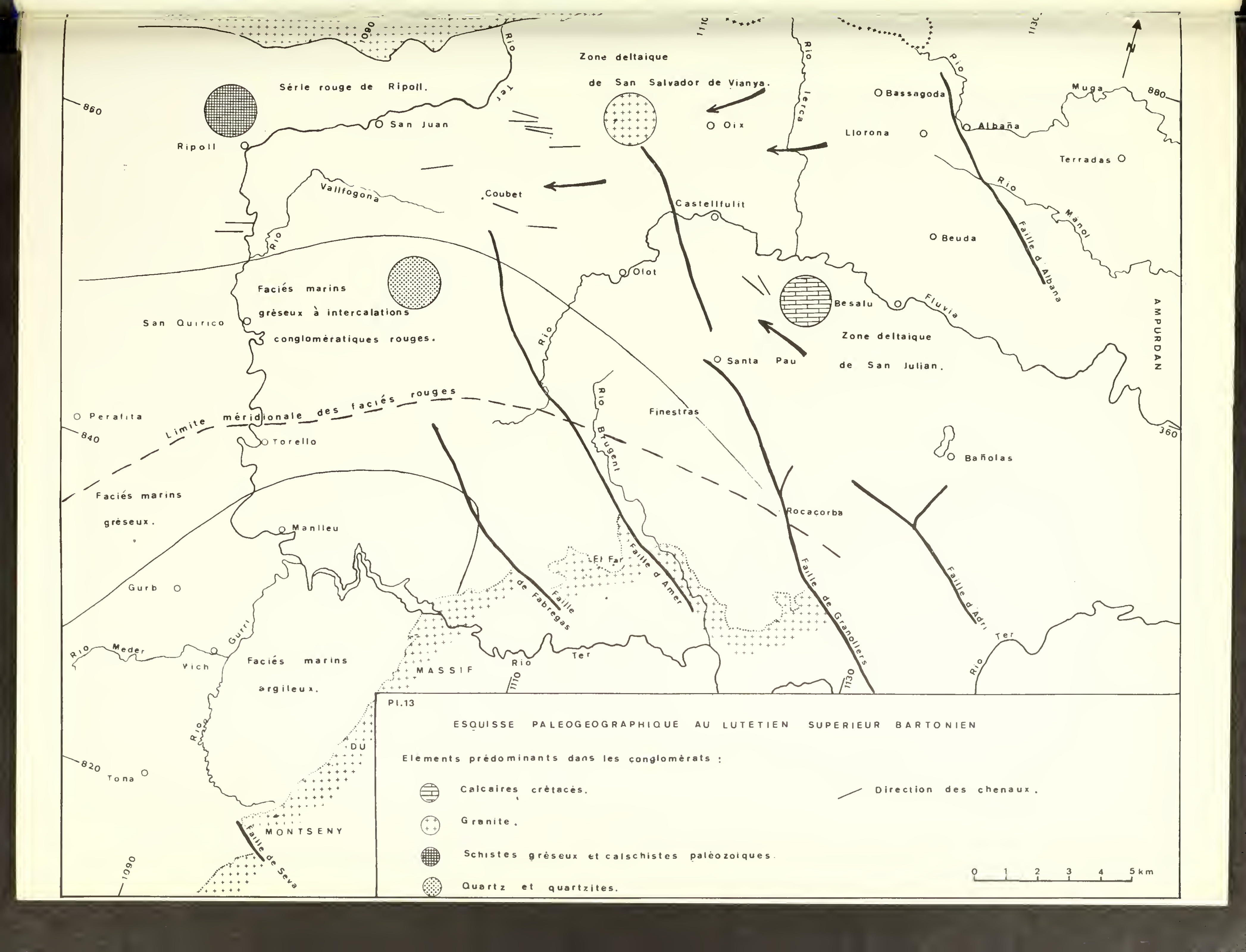

Camprodon
FRANCE
Rio Ter
Rio Ierca
Rio
Bassagoda
Albaña
Muga
Llorona
Terradas
Rio Manol
Faille d'Albana
San Juan
Ripoll
Oix
Vallfogona
Coubet
Castellfulit
Beuda
Olot
Besalu
Fluvia
Santa Pau
San Quirico
Rio
Finestras
Rio Brugent
Peràfita
Torello
Bañolas
Rocaçorba
Manlleu
El Far
Faille d'Amer
Faille de Fabregas
Faille de Granollers
Faille d'Adri
Gurb
Rio Meder
Gurri
Vich
MASSIF
Rio Ter
Ter
Rio
Tona
MONTSENY
Faille de Seva
Pl.9
TIERS SUPERIEUR DE LA SERIE ROUGE DE RIPOLL
Courbe d'isoclasticité.
Courbe d'isoclasticité des galets de granite
Limite d'extension des galets de granite.
30 = Valeur maxima du centile en cm.
0,9 = Nombre de bancs conglomératiques. / Nombre total de bancs.
0 1 2 3 4 5 km


Pl. 10
SERIE ROUGE DE RIPOLL (DEUX TIERS INFERIEURS)
Nature et repartition des galets et graviers
Calcaire graveleux beige.
Calcaire fin blanc.
Calcaire fins bleu noir
Crétacé. (C)
Gres rouge.
Permo Trias. (Pt)
Quartz et quartzite.
Paléozoique. (P)
Calcaire grèseux et calcschiste Paléozoique. (P)
Granite.
Direction des chenaux.
Position des coupes.
0 1 2 3 4 5 km
FRANCE
Camprodon
Rio Ter
San Juan
Ripoll
Coubet
Vallfogona
Rio
San Quirico
Torello
Manlleu
Perafita
Gurb
Vich
Rio Meder
Gurri
Rio
Tona
MONTSENY
Faille de Seva
MASSIF
DU
Rio Ter
Faille de Fabregas
El Far
Faille d'Amer
Rio Brugent
Rio
Olot
Castellfulit
Oix
Rio Ierca
Bassagoda
Llorona
Albaña
Rio
Muga
Terradas
Rio Manol
Faille d'Albana
Beuda
Besalu
Fluvia
Santa Pau
Finestras
Rocacorba
Faille de Granollers
Bañolas
Faille d'Adri
Rio Ter
N
C
P
860
840
820
1090
1110
1130
880
360


Pl. 11
SERIE ROUGE DE RIPOLL_TIERS SUPERIEUR_
Nature et répartition des galets et graviers
Çalcaire graveleux beige
Çalçaire fin blanc
Calcaire fins bleu noir
Crétacé (C)
Grés rouge
Permo_Trias (Pt)
Quartz et quartzite
Paléozoique (P)
Calçaire grèseux et calcschiste Paléozoique (P).
Granite
Position des coupes
0 1 2 3 4 5 km
Camprodon
FRANCE
Rio Ter
Rio Ierca
Rio Muga
O Bassagoda
Albaña
Llorona
O Oix
San Juan
Ripoll
Coubet
Terradas
Rio Manol
Vallfogona
Rio
Castellfulit
O Beuda
Faille d Albana
Olot
Besalu
Fluvia
San Quirico
Rio
O Santa Pau
O Perafita
Finestras
Rio rugent
Torello
Bañolas
Rocacorba
Manlleu
El Far
Faille d Amer
Faille de Granollers
Faille d Adri
Gurb
Faille de Fabregas
Rio Ter
Rio Meder
Vich
Rio Gurri
MASSIF
DU
MONTSENY
Faille de Seva
Tona
860
840
820
1090
1110
1130
880
360

COURBES CUMULATIVES

Pl. 12



Pl.13
ESQUISSE PALEOGEOGRAPHIQUE AU LUTETIEN SUPERIEUR BARTONIEN
Elements prédominants dans les conglomérats :
Calcaires crétacés.
Granite.
Schistes grèseux et calschistes paléozoiques.
Quartz et quartzites.
Direction des chenaux.
0 1 2 3 4 5 km
N
Série rouge de Ripoll.
Zone deltaique de San Salvador de Vianya.
Zone deltaique de San Julian.
Faciés marins grèseux à intercalations conglomératiques rouges.
Limite méridionale des faciés rouges
Faciés marins grèseux.
Faciés marins argileux.
AMPURDAN
MASSIF DU MONTSENY
Ripoll
San Juan
Rio Ter
Vallfogona
Coubet
Oix
Bassagoda
Albaña
Llorona
Terradas
Muga
Rio Manol
Faille d'Albana
Rio Ierca
Beuda
Castellfulit
Olot
Besalu
Fluvia
Santa Pau
Finestras
Rio Brugent
Bañolas
Rocacorba
Faille de Granollers
Faille d'Adri
Faille d'Amer
El Far
Faille de Fabregas
San Quirico
Peratita
Torello
Manlleu
Gurb
Rio Gurri
Rio Meder
Vich
Tona
Faille de Seva
860
880
840
820
360
1090
1110
1130

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Etudes régionales :

ASHAUER (H.), 1943. — La terminacion oriental de los Pirineos. Cons. nac. Invest. Scient. Centro de Investigaciones Lucas Mallada. *Publicaciones alemanas sobre geologia de Espana.* Traduction de San Miguel de la Camara, p. 203-232.

ASHAUER (H.), 1946. — Sobre el metamorphismo moderno y las serias eruptivas del pirineo oriental. Traduction de San Miguel de la Camara. *Publ. Extran. sobre Geol. de Espana,* t. III, Madrid, 1946.

ASHAUER (H.) et TEICHMULLER (R.). — Origen y desarollo de las cordilleras variscas y alpidiscas de Cataluna. Traduction de J.M. Rios. *Publicaciones extranjeras sobre geologia de Espana,* t. III, Madrid, 1946.

BATALLER, 1958. — El cretacico del Macizo del Montmell (Tarragona). *Mem. Real. Acad. Cien.* y *Artes.* Barcelona, vol. XXXII, n° 16, 1958.

CANADA GUERRERO (F.), 1964. — Sintesis geologica sobre el Paleozoico y Prepaleozoico del Extremo oriental de los Pirineos en la zona Rosos-Gerona. *Notas y Com. Hist. Geol.* y *Min. Espana,* n° 75, 3ᵉ trim., p. 119-155.

DALLONI (M.), 1930. — Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Annales de la Fac. Sc. Marseille,* t. XXVI.

DOUVILLE (H.), 1906. — Evolution des Nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. *Bul. Soc. Géol. fr.,* (4), t. VI, p. 13-42.

FONTBOTE MUSOLS (J.M.), 1945. — Estudio morfotecnico de las sierras de Bellmunt, Milany y Puig Sa Calm. *Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona,* t. « Miscellenea Almera », Barcelona, 1945.

FONTBOTE (J.M.), 1948. — Sobre la presencia de terrenos cambricos en el valle de Ribes (Pirineos Catalanes). Inst. Cien. « Lucas Mallada ». *Estudios geologicos,* n° 8, p. 209-220. Madrid, 1948.

FONTBOTE (J.M.) et GARCIA (R.B.), 1958. — Le versant sud des Albères. *C. R. Soc. Géol. Fr.,* t. VI, sér. VIII, p. 939.

FONTBOTE (J.M.) et VILLALTA (J.F.), 1958. — Le versant espagnol des Pyrénées orientales (Ampurdan). *Bull. Soc. Géolo Fr.,* t. VI, sér. VIII, p. 939-960.

GARCIA (R.), 1958. — C. R. Excursion Soc. Géol. « De Perthus à Darnius. » Coupe du Mésozoïque de Masarach par Garcia Rodrigo. *Bull. Soc. Géol. Fr.,* t. VI, sér. VIII, 1957, p. 949-952.

GOTTIS (M.), 1958. — Contribution à la connaissance géologique du Languedoc. Thèse doc. sciences, Montpellier.

MANGIN (J.-Ph.), 1959. — Le Nummulitique sud pyrénéen à l'Ouest de l'Aragon. Thèse doc. sc., Dijon.

RAT (P.), 1966. — Sur la signification de quelques microfaciès du Crétacé inférieur dans le domaine pireneo-ibérique. *C. R. V Con. Intern. Estu. Pirin. Resu. de las Comun. Cons. sup. Inv. Cien. Zaragoza*, 1966, p. 26-27.

REGUANT (S.), 1960. — A proposito de dos nuevas aportaciones al conocimento del Numulitico español (Pirinaico y subpirinaico). *Not. y Com. Inst. Geol. Min. Espana*, n° 60, p. 73-84, Madrid, 1960.

RIBA (O.), 1966. — Contribucion al conocimento de las fases de plegamiento intraterciarias en el reborde surpirinaico de la depresion del Ebro. *C. R. V con. Intern. Estu. Pirin. Res. de la Com. Cons. Sup. Inv. Cien.* Zaragoza, 1966, p. 27.

RIOS (J.M.), 1962. — Itinerario geologico por los Pirineos españolas. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Espana.*, n° 67, 3e trim., p. 189-245.

ROSELL (J.), 1961. — Afflloramientos liasicos en el Montmell y en Pontons-Torelles de Foix. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Espana*, n° 61, p. 245-250. Madrid, 1961.

SAAVEDRA GARCIA (J.L.). 1964. — Microfacies del secundario y terciario de la zona pirinaica española. *Mem. y Com. Inst. Geol. y Min. Espana*, t. LXV, Madrid, 1964.

SOLE SABARIS (L.), 1933. — La geologia de los alrededores de Figueras. *As. para Est. Geol. Med. Occi.*, Barcelona, 1933.

SOLE SABARRIS (L.) et LLOPIS LLADO (N.), 1939). — Terminacion septentrional de la cordillera costera catalana. *Ass. Para Estudio Geol. del Med. Occ.*, t. XI, n° 1, 1939.

VIA-BOADA (L.), 1959. — Decapodos fossiles del Eoceno español. *Bol. Inst. Geol. y Min. Espana*, t. LXX, p. 333-402, Madrid, 1959.

VIA-BOADA (L.), 1966. — El borde septentrional surpirinaico de la cuenca eocenica de Cataluna. *C. R. V. Con. Inter. de Estu. Pirin. Resumen de las comu. Cons. Sup. Inv. Cien.* Zaragoza, 1966, p. 29-31.

VIDAL (L.M.), 1875. — Geologia de la provincia de Lerida. *Bol. y Com. Mapa Geol. de Espana*, t. XI.

Sédimentologie :

BOYE (M.), 1963. — La géologie des plaines basses entre Organobo et le Maroni-Guyane française. *Mém. Serv. Carte Géol. Fr.*, 1963.

CAILLEUX (A.) et TRICART (J.), 1959. — Initiation à l'étude des sables et galets. T. II et III.

CAILLEUX (A.), 1945. — Distinction des galets marins et fluviatils. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, (5), t. XV, p. 375.

CAROZZI (A.), 1960. — Microscopic Sedimentary Petrography. John Wiley and Sons, New York, London.

GRIFFITHS (J.C.), 1960. — Modal analysis of Sediments. (Analyse quantitative statistique des sédiments). *Rev. de Géog. Phys. et Géol. Dyn.*, 2e série, vol. III, fasc. 1, 6 fig., 8 tableaux.

GUBLER (Y.) et aut., 1966. — Essai de nomenclature et de caractérisation des principales structures sédimentaires. Chambre Syn. Rech. Prod. du Pétr. et du Gaz Nat.

SOUDANT (M.), 1965. — Contribution à l'étude pétrographique et sédimentologique du sommet du Bartonien dans le gisement pétrolifère de Coulommes (Seine-et-Marne). *Sc. de la Terre*, t. X, n° 2, p. 135-209, Nancy.

STRAKHOV (N.M.), 1958. — Méthodes d'études des roches sédimentaires. Trad. *Bur. Rech. Géol. Min.*, Moscou, t. I, p. 79-107.

VERGER (F.), 1963. — Les techniques d'analyses granulométriques. *Mém. et doc. Centre Doc. Carto. et Géog.*, t. IX, fasc. 1.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 31 MARS 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 10

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

OBSERVATIONS SUR LE PLEISTOCÈNE SUPÉRIEUR DU GISEMENT DE COMBE-GRENAL (Dordogne)

F. BORDES - H. LAVILLE - M.-M. PAQUEREAU
Laboratoire de Préhistoire
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 10

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 3 DECEMBRE 1966

Observations sur le Pleistocène supérieur du gisement de Combe-Grenal (Dordogne)

par F. BORDES, H. LAVILLE et M.-M. PAQUEREAU

Laboratoire de Préhistoire
Faculté des Sciences de Bordeaux.

Le gisement de Combe-Grenal se situe à l'Est de Domme (Dordogne) dans un petit vallon sec où a coulé un minuscule affluent de la Dordogne. C'est une grotte-abri, en ce sens qu'un abri sous roche s'est formé là aux dépens d'une diaclase et d'une petite grotte sans importance, l'élargissant considérablement. Visitée déjà en 1828 par l'abbé AUDIERNE, la grotte avait été en partie vidée au Moyen Age pour en faire une étable. PEYRONY y effectua une courte fouille, vers 1930. Nous y travaillâmes de septembre 1953 à fin août 1965.

A la fin du Würm II, la grotte était remplie jusqu'à la gueule, sauf probablement vers la droite (en regardant la falaise). Les dernières couches archéologiques ne sont guère qu'à 1 m sous la voûte, et, en conséquence, pauvres. Sur plus de 13 m de puissance totale s'étagent 64 couches, appartenant de haut en bas au Würm II, Würm I et Riss III. Le Würm I et le Riss III sont séparés par un sol tronqué épais encore de plus d'un mètre, et développé sur le Riss III. Rappelons que les objets trouvés dans un sol appartiennent chronologiquement à la période de formation du sédiment, et non à la période de son altération pédologique. Il n'y a pas de couches correspondant à l'interglaciaire, qui semble avoir été, ici comme presque partout, une période de pédogénèse et d'érosion, mais pas d'accumulation.

Cette subdivision en trois grands stades se fonde sur une étude géologique que les analyses sédimentologiques, fauniques et polliniques semblent bien confirmer, et sur la morphologie du plancher de l'abri. L'abri se divise en effet nettement en trois unités : l'abri rissien, l'abri du Würm I et l'abri du Würm II, séparés les uns des autres par un ressaut. Le sol du dernier interglaciaire ne pénétrait pas dans l'abri Würm I, et la couche 36 rougeâtre, argileuse, qui semble correspondre à un sol interstadiaire, ne

pénétrait pas dans l'abri Würm II. La couche 35 commence par un chaos de blocs éboulés, correspondant sans doute à une phase de creusement rapide de l'abri.

L'aspect macroscopique et la nature des sédiments étaient différents dans les trois subdivisions : éboulis anguleux dans la partie non altérée du Riss, terre argileuse à éboulis profondément altérés dans le sol ; le Würm I comporte de nombreuses couches où les éboulis sont arrondis par cryoturbation, et les silex taillés concassés, les os détruits ou émoussés. Ce Würm I comporte aussi des couches terreuses correspondant sans doute à des périodes plus tempérées, voire, pour certaines, à des interstades mineurs. Au contraire, dans le Würm II, il n'y a pas de couches fortement cryoturbées, et si certaines couches comme 32-33 et 29 présentent des éboulis parfois émoussés, il s'agit d'un tout autre mécanisme : dissolution, ou émiettement, et non concassage. Les silex et les os y sont frais.

Nous pouvons présenter un tableau d'ensemble de ce gisement, en empruntant ce qui concerne la faune à un précédent article [1] et aux études paléontologiques encore en partie inédites de M. F. Prat. L'industrie, extrêmement abondante, sera publiée postérieurement en détails. Nous ne donnons ici qu'un résumé des données et des conclusions auxquelles nous sommes arrivés par un travail d'équipe, les détails devant être exposés dans la publication définitive.

---

(1) Bordes (F.) et Prat (F.) : Observations sur les faunes du Riss et du Würm I en Dordogne. *L'Anthropologie*, 1965, p. 31-45.

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

I. — LE REMPLISSAGE RISSIEN.

Les neuf couches acheuléennes (64 à 56) sont incluses dans des dépôts très thermoclastiques qui sont le témoignage de conditions particulièrement rigoureuses.

Dans cet ensemble homogène, quelques oscillations de faible amplitude peuvent être mises en évidence.

PHASE I : Couches 64 et 63.

Ce sont des couches très riches en éboulis généralement gros, à angles vifs, parmi lesquels on distingue de nombreuses plaquettes de gel. Certaines d'entre elles, dans la couche 63, portent sur une de leurs faces des fragments de stalagtites. Les cailloux fissurés, très rares à la base de la couche 64, deviennent de plus en plus nombreux au sommet de la couche 63. Les fractions fines du sédiment, composées presque exclusivement de grains de roche calcaire, sont légèrement concrétionnées dans la couche 64.

Ces premières formations du remplissage acheuléen, dans lesquelles les actions de gélivation ont été particulièrement marquées, sont significatives de conditions climatiques froides et sèches. La présence de stalagtites dans la couche 63 laisse supposer qu'une certaine humidité a régné au tout début du remplissage.

PHASE II : Couche 62.

Elle se caractérise par une diminution très nette de la teneur du sédiment en éboulis, une altération et un degré d'émoussé plus forts. Les sédiments fins, encore sableux, sont appauvris en particules calcaires, les carbonates libérés par lessivage se trouvant concrétionnés dans les couches sous-jacentes.

Cette couche correspond à un climat plus humide, accompagné d'une certaine amélioration thermique.

PHASE III : Couches 61, 60 et 59.

L'augmentation du pourcentage de gros éléments et l'abondance croissante du nombre de plaquettes de gel indiquent que le climat est devenu de plus en plus froid. Le taux constamment élevé de carbonates dans les fractions sableuses de ces trois couches et l'absence de concrétions illuviales dans les niveaux formés antérieurement montrent que les conditions sont demeurées sèches pendant toute cette période.

Au-dessus se placent des dépôts aux dépens desquels s'est développé un important sol d'altération. Presque totalement « digérés » et de surcroît concrétionnés par les phénomènes d'altération ultérieurs, ils ne rendent pas compte du sédiment originel.

A partir du sommet de la couche 59 et jusqu'au sommet du remplissage rissien, on note un appauvrissement régulier du sédiment en éboulis

et un enrichissement parallèle en particules sableuses, provenant de la désagrégation secondaire des éboulis calcaires. Des plaquettes de gel subsistent cependant à tous les niveaux, parmi les éboulis demeurés cohérents.

Des conditions générales froides ont donc présidé à la formation du sommet du remplissage rissien. Deux variations climatiques plus humides ont pu être mises en évidence dans cet ensemble.

Ces deux zones qui correspondent, l'une à la base de la couche 58, l'autre à la couche 57. sont composées d'un sédiment légèrement moins chargé en éboulis et dont les fractions sableuses sont moins riches en carbonates. L'humidité contemporaine de ces deux dépôts est également soulignée par le plus fort concrétionnement des niveaux auxquels ils sont superposés, et par la présence dans ces derniers, de nombreux cailloux fissurés.

A partir de la couche 59, il est donc possible de distinguer quatre oscillations climatiques de faible importance.

PHASE IV : Base de la couche 58.

Légère amélioration thermique et plus grande humidité.

PHASE V : Sommet de la couche 58.

Froid sec.

PHASE VI : Couche 57.

Faible adoucissement et retour de l'humidité.

PHASE VII : Couche 56.

Froid sec.

Ainsi que nous l'avons dit, un très important sol d'altération s'est développé aux dépens du remplissage acheuléen.

D'une étude des fractions fines du sédiment, il ressort qu'il s'agit là d'un sol d'altération évolué : la courbe de la teneur du sédiment en fractions colloïdales et en oxydes de fer, met en relief une accumulation très marquée dans les couches supérieures, caractérisant un horizon B nettement différencié.

La formation de ce sol sur des dépôts datés de l'Acheuléen supérieur est donc contemporaine de l'interglaciaire Riss-Würm.

II. — LE REMPLISSAGE DU WURM I.

PHASE I : Couches 55 à 53.

C'est un ensemble de couches riches en éboulis thermoclastiques de fort diamètre, très émoussés mais non altérés, arrondis par des phénomènes de cryoturbation postérieurs à leur dépôt. Les plaquettes de gel, absentes à la base, deviennent plus nombreuses dans les couches 54 et 53. Certaines d'entre elles portent sur l'une de leurs faces un revêtement de stalagtites. Les cailloux fissurés, faiblement représentés en 55 s'enrichissent au sommet. Le contexte sableux demeure chargé en particules calcaires, agglomérées par un concrétionnement secondaire dans les couches 53 à 55.

Ces premiers niveaux würmiens, défigurés par l'épisode climatique immédiatement postérieur à leur dépôt (cryoturbation), mais où sont discernables de fortes actions thermoclastiques, témoignent de conditions climatiques devenant de plus en plus froides. L'humidité, forte encore lors du dépôt de la couche 55 (présence de stalagtites en 53), a fait place, dès la formation de la couche 54. à un climat plus sec.

PHASE II : Couches 52 à 50 A.

Les éboulis, abondants encore en 52 et 51, s'appauvrissent considérablement et deviennent de plus en plus altérés vers le sommet alors que l'indice d'émoussé conserve des valeurs élevées. Parallèlement, on note une diminution progressive du taux de carbonates et une augmentation vers la base du matériel argileux. L'illuviation dans les couches 55 à 53 des carbonates libérés par lessivage et l'enrichissement graduel du sédiment en argiles, sont caractéristiques d'une faible pédogénèse.

La diminution de la teneur du sédiment en éboulis thermoclastiques et parmi eux la diminution du pourcentage de plaquettes de la couche 52 à la couche 50 A permet de déduire que le climat est devenu de moins en moins froid. Les premières manifestations de cet adoucissement ont entraîné la cryoturbation des niveaux sous-jacents, alors que des alternances de gel et de dégel sur un sédiment gorgé d'eau favorisaient la fissuration des galets (couches 55 à 51).

Le début de développement d'un profil pédologique dans les couches 50 A à 51, la formation sur les parois d'un encroûtement de stalagtites (présentes dans les couches 49 à 43) impliquent une oscillation climatique tempérée et humide.

PHASE III : Couches 49 à 44.

Elles sont formées d'éboulis de fort diamètre, non altérés (porosité faible), cryoturbés postérieurement (indice d'émoussé élevé) et concassés en un véritable mortier dans les couches 49 à 46. Le nombre de plaquettes, faible encore en 49, augmente sensiblement vers le haut. Les cailloux fissurés sont ici en assez faible proportion. La matrice sableuse, riche en carbonates, a été cimentée secondairement par un concrétionnement illuvial. Des fragments de stalagtites, discernables dans les niveaux non cryoturbés (43 principalement) sont le témoin des conditions humides de la phase climatique précédente.

Cet ensemble de couches, riche en éboulis et que n'a affecté aucun lessivage contemporain, caractérise une variation climatique froide et sèche

PHASE IV : Couches 43 à 41.

Un sédiment différent se superpose aux niveaux précédents. Les cailloutis calcaires, parmi lesquels les plaquettes sont légèrement moins nombreuses, sont ici encore émoussés, mais également altérés. L'évolution parallèle de l'émoussé et de la porosité des éboulis indique une certaine altération des dépôts. Cette altération est d'autre part mise en évidence par une diminution notable du taux des carbonates dans les couches 43 et 42, et par l'enrichissement des fractions fines en argiles vers le bas. La migration du matériel colloïdal et l'illuviation des carbonates (concrétionnement des couches 44 à 50) sont significatives d'un début d'altération pédologique.

Il s'agit donc là d'un nouvel épisode climatique, caractérisé par une élévation de la température (thermoclastique moins intense) et une très grande humidité (présence de stalagtites dans les couches sus-jacentes). L'adoucissement thermique s'est manifesté dès la formation de la couche 43, entraînant la cryoturbation des niveaux 45 à 49 et, par le jeu de gels et de dégels successifs, la fissuration des galets. Après un maximum thermique se situant vraisemblablement après la formation de la couche 42, des influences plus froides se sont progressivement établies (couche 41). La permanence de phénomènes des dégel saisonniers suffisants, dans un contexte déjà rigoureux, a permis la fissuration de la plupart des éboulis.

PHASE V : Couches 40 à 39.

Dans ces couches, le pourcentage des éléments calcaires accuse de nouveau une nette augmentation. Alors que la porosité des éboulis décroît progressivement de la couche 40 à la couche 39, l'indice d'émoussé acquiert des valeurs très élevées dans la couche 39 qui confirment la forte cryoturbation dont cette couche a été le siège. Les plaquettes de gel deviennent prépondérantes dans la couche 40 ; certaines conservent à leur surface des vestiges de stalagtites. Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm devient plus sableux et s'enrichit de nouveau en éléments calcaires, concrétionnés dans la couche 39. L'ensemble des composantes sédimentologiques de ces couches caractérise un climat froid et particulièrement sec.

PHASE VI : Couche 38.

Il s'agit d'un sédiment dans lequel les éboulis calcaires sont rares et les plaquettes absentes. Les rares cailloux sont légèrement émoussés et altérés alors que les fractions fines du sédiment conservent une teneur en carbonates relativement élevée.

Cette couche représente une variation climatique de faible amplitude, à caractère moins froid (éboulis plus rares, cryoturbation de la couche 39 et fissuration des éboulis) et nettement humide. Cette dernière caractéristique du climat est soulignée par une certaine altération des éboulis, la présence de concrétions calcaires dans la couche 39 et de stalagtites dans les niveaux sus-jacents.

Le taux encore élevé des carbonates dans les fractions fines est vraisemblablement dû à l'enrichissement secondaire en CO_3 Ca qui a affecté les derniers dépôts du Würm I.

PHASE VII : Couches 37 et 36.

Ce sont des couches sur lesquelles s'est développé un sol d'altération, mis en évidence par une illuviation prononcée du matériel argileux et des carbonates.

Malgré une importante cryoturbation de la couche 39 (valeurs élevées de l'indice d'émoussé) et l'altération secondaire de la couche 36 (décalcification puis concrétionnement), il est possible de définir les dépôts correspondants comme très thermoclastiques : les éboulis deviennent plus nombreux et surtout plus volumineux vers le haut. Les plaquettes, totalement émoussées dans la couche 39, apparaissent en assez grand nombre dans la couche 36, indiquant le retour de conditions froides, et sèches.

Postérieurement, une oscillation climatique chaude et humide contemporaine de l'interstade Würm I - Würm II, et dont les premiers signes ont favorisé la cryoturbation de la couche 37, a permis la mise en place d'un sol d'altération.

III. — LE REMPLISSAGE DU WURM II.

PHASE I : Couches 35 à 26.

Elles se distinguent de la couche 36 à laquelle elles sont superposées, par une diminution progressive de la taille des éboulis qui conservent des indices d'altération et d'émoussé élevés. Les plaquettes de gel sont cependant présentes de bas en haut de cette séquence ainsi que les cailloux largement gélivés. Des fragments de stalagtites se trouvent à tous les niveaux. Le contexte sableux demeure chargé en carbonates et devient légèrement concrétionné au sommet.

L'ensemble des caractères de ces couches suggère des conditions de dépôt uniformément froides. L'altération constante des éboulis et leur fort degré d'émoussé, la présence de stalagtites à tous les niveaux, supposent une certaine humidité contemporaine.

La moindre altération de la couche 33 et le taux légèrement plus élevé de carbonates pourraient indiquer à ce niveau une atténuation dans l'intensité de l'humidité.

PHASE II : Couches 25 à 23.

Elles sont caractérisées par une augmentation très sensible du pourcentage et de la dimension des éboulis, conjointement à une diminution de leur indice d'émoussé et d'altération. La couche 24 contient par endroits, d'énormes blocs d'effondrement aux arêtes toujours vives. Les cailloux gélivés deviennent prépondérants dans la couche 24, ainsi que les plaquettes de gel ; celles-ci portent, dans la couche 25 surtout, un revêtement de stalagtites qui s'est développé sur les parois de la grotte lors des conditions humides de la phase climatique précédente.

Les composantes granulométriques et morphologiques des sédiments de ces couches indiquent qu'aux conditions froides et humides de l'épisode antérieur, a succédé un climat devenant très froid et très sec.

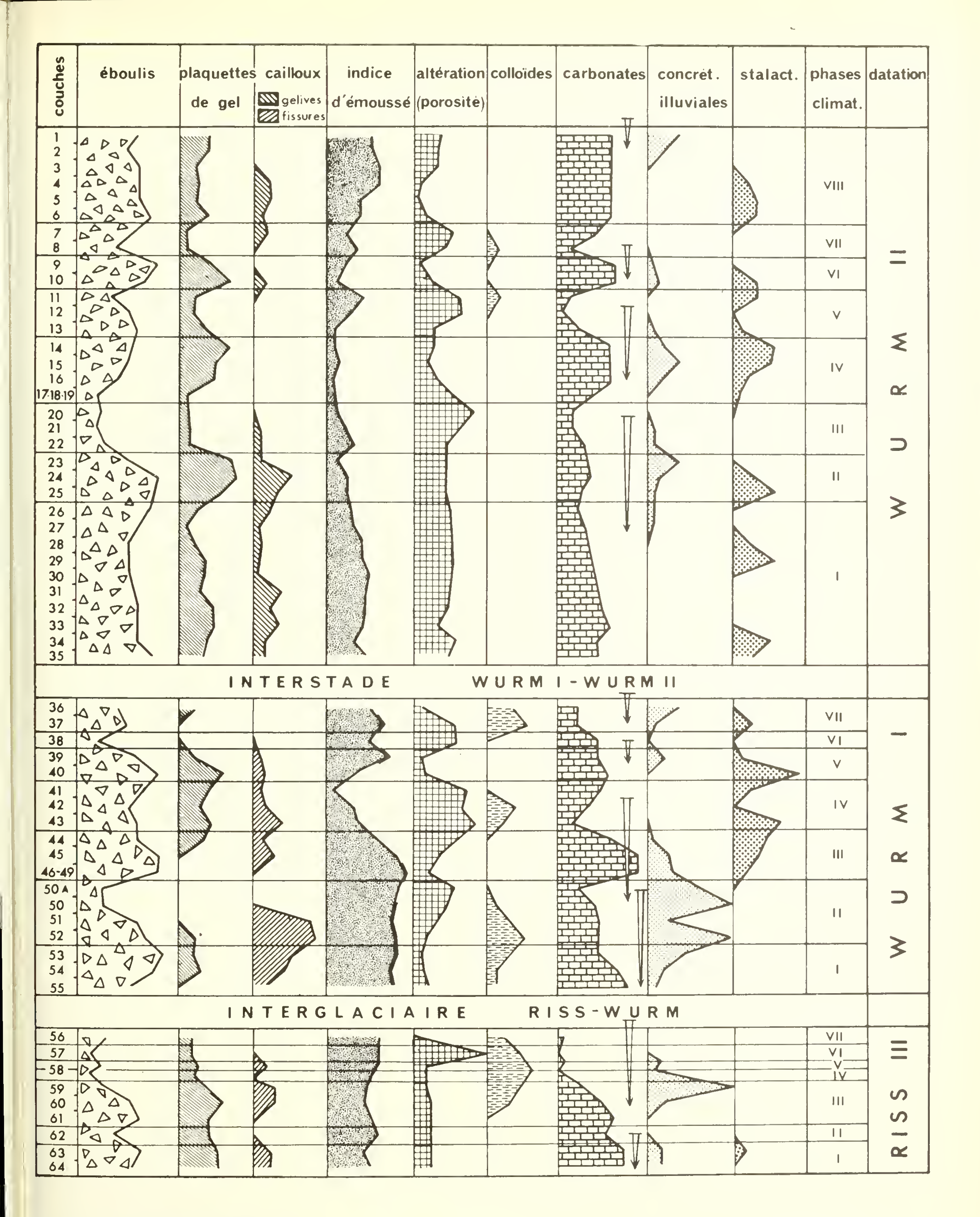
PHASE III : Couches 22 à 20.

On y enregistre une diminution très sensible du pourcentage d'éboulis grossiers qui deviennent plus altérés et plus émoussés. Les plaquettes de gel y sont pratiquement absentes ainsi que les cailloux gélivés. Les fractions fines sont ici appauvries en carbonates.

Ces niveaux où sont discernables un recul des actions de gélivation et une augmentation des phénomènes d'altération correspondent à une oscillation adoucie. La déficience en carbonates et la recristallisation de ceux-ci dans les couches 23 à 28, la présence de stalagtites dans les dépôts sus-jacents sont le résultat d'une recrudescence de l'humidité.

PHASE IV : Couches 19 à 14.

Les conclusions auxquelles nous ont amenés les analyses sédimentologiques nous ont fait grouper en un même ensemble des couches très hétérogènes. Ces formations débutent par des dépôts appauvris en éboulis et dont les fractions de diamètre inférieures à 2 mm, se chargent de façon brutale d'un matériel limoneux (couches 19, 18, 17). Les couches supérieures au contraire, sont nettement thermoclastiques, riches en plaquettes et en cailloux gélivés. Les fractions fines sont ici très sableuses et légèrement concrétionnées.



COMBE-GRENAL TABLEAU I

DIAGRAMMES DE VARIATIONS SEMI-SCHÉMATIQUES

DES PRINCIPALES COMPOSANTES SÉDIMENTOLOGIQUES DU REMPLISSAGE.

Il faut voir dans cet ensemble le résultat d'un épisode climatique froid et sec dont les premiers moments ont été dominés par d'importants apports éoliens.

PHASE V : Couches 13 à 11.

Ce sont des couches riches encore en éboulis mais dans lesquelles on discerne un ralentissement assez marqué du thermoclastisme et un retour de l'altération. Le matériel fin, très décalcifié, se charge légèrement en éléments colloïdaux vers la base. Le recul des actions thermoclastiques, l'accroissement de l'altération, l'illuviation du matériel carbonaté et même du matériel argileux, ainsi que la présence de stalagtites dans les couches sus-jacentes, suggèrent des conditions de dépôt adoucies et très humides.

PHASE VI : Couches 10 et 9.

Elles sont formées d'éboulis de fort diamètre parmi lesquels le pourcentage de plaquettes à angles vifs et de cailloux gélivés augmente de façon très marquée. Quelques-unes d'entre elles portent sur une de leurs faces des traces de stalagtites. La matrice sableuse, très riche en particules calcaires, a été cimentée par un concrétionnement secondaire. Elle se charge en outre légèrement de matériel argileux vers le sommet. Ce sont là des dépôts contemporains d'une oscillation climatique froide et sèche.

PHASE VII : Couches 8 et 7.

Dès le sommet de la couche 9, on note une diminution brutale de la teneur du sédiment en éboulis calcaires. Conjointement, l'indice d'altération s'élève de façon notable alors que le pourcentage de carbonates dans les fractions fines accuse une forte diminution.

Le moindre thermoclastisme, la recrudescence des actions d'altération qui ont entraîné un début d'illuviation des carbonates et même du matériel argileux, indiquent une nouvelle amélioration thermique et le retour d'un climat plus humide.

PHASE VIII : Couches 6 à 1.

La partie tout à fait sommitale du remplissage se distingue des dépôts précédents par la teneur beaucoup plus élevée du sédiment en éboulis, parmi lesquels les plaquettes à angles vifs deviennent de plus en plus abondantes.

Dans les couches 6 à 4, la plupart des plaquettes portent des vestiges du revêtement de stalagtites qui s'est formé sur les parois de la grotte pendant la phase climatique antérieure. Le matériel fin demeure sableux et très calcaire dans tous les niveaux.

Le plus fort degré d'émoussé et d'altération des éboulis dans les couches 1 à 3 et le concrétionnement assez accusé des dépôts correspondants, pourraient indiquer l'établissement postérieur d'une variation climatique plus humide.

ETUDE PALYNOLOGIQUE

I. — RISS III.

PHASE I : Couches 64 et 63.

La flore pollinique de la couche 64 est caractérisée par un taux de boisement faible avec comme principal représentant le Pin sylvestre accompagné de quelques rares pollens de Genévrier. La strate herbacée est dominée par les Composées et les Graminées avec quelques pourcentages de Papilionacées, Labiées, Rosacées, Ombellifères, Caryophillées Crucifères, Urticacées, Chenopodiacées. Cette flore témoigne d'un climat froid qui semble s'accentuer au sommet de cette couche et devenir de plus en plus sec, les pollens d'Héliophiles augmentant leurs pourcentages.

Dans la couche 63 le taux de boisement tombe à 5-6 %. Parmi les herbacées, les Héliophiles deviennent très dominantes, représentées par de très nombreux genres ou familles (Caryophyllées, Crucifères, Urticacées, Plantaginacées, Chenopodiacées, Dipsacées, Campanulacées, *Gallium*, *Gentiana*, *Valeriana*, *Saxifraga*, *Daphne*, *Helianthemum*, *Poterium*, *Epilopium*) tous caractéristiques des espaces ouverts et des pelouses rases. Les Graminées et les Composées sont également présentes en pourcentages notables.

Cette phase est nettement plus froide et sèche que la couche précédente.

PHASE II : Couche 62.

Le taux de boisement remonte à 15 % dans cette couche, au Pin sylvestre en progression viennent s'ajouter quelques pourcentages de Genévrier, de Noisetier et d'Aulne. Les Cypéracées et les Hygrophiles sont en progression aux côtés des Graminées. Le retour de quelques feuillus et le développement des Cypéracées et des Hygrophiles indiquent une phase climatique plus humide et probablement moins froide que la précédente.

PHASE III : Couches 61, 60 et 59.

Un nouveau recul des essences forestières caractérise ces couches ; le taux de boisement retombe à 7 % avec présence du Pin sylvestre seul. Les essences herbacées sont dominées par les Héliophiles et les Composées. Il faut noter quelques éléments à caractère steppique tels que *Helianthemum*, *Knautia*, *Poterium sanguisorba*. Le climat de cette phase apparaît très froid et sec, assez nettement steppique.

PHASE IV : Couche 58.

La flore arbustive de cette couche comprend essentiellement le Pin sylvestre et le Genévrier auxquels s'ajoutent quelques pourcentages de Noisetier et d'Aulne. Le taux de boisement atteint 15 %. De nouveau, on observe le développement des Cypéracées et des Hygrophiles aux côtés des Graminées, en même temps, les essences steppiques disparaissent et le Héliophiles sont en régression. Les Artémisiées restent cependant assez importantes. Ce niveau semble correspondre à une variation climatique plus humide accompagnée d'un certain réchauffement, mais probablement moins marqué que dans la couche 62.

PHASE V : Couches 57 et 56.

Dans ces niveaux le taux de boisement est très bas (7-6 %). Les pollens de feuillus sont complètement absents. Parmi les herbacées, les Composées sont très développées (surtout les Carduacées et les Centaurées) ainsi que de très nombreuses Héliophiles déjà rencontrées dans les autres zones froides de ces niveaux rissiens. A ces éléments s'ajoutent des essences steppiques plus nombreuses qu'à la phase III avec quelques pourcentages d'*Ephedra distachya*. Le climat de cette phase est donc froid et steppique. Ces niveaux semblent les plus rigoureux et secs de l'ensemble rissien étudié ici.

II. — WURM I.

PHASE I : Couches 55 à 53.

La flore arbustive est dominée par le Pin sylvestre accompagné de quelques pourcentages de Genévrier. Vers la fin de cette phase quelques feuillus apparaissent sporadiquement au niveau 53 (Aulne, Saule, Noisetier). Le taux de boisement est assez faible (12-15 %). La strate herbacée montre un net développement des Graminées et des Composées (surtout des Artémisiées). De nombreuses Héliophiles indiquent l'existence de vastes espaces libres de végétation forestière. De nombreux pollens de Cypéracées sont présents à tous les niveaux avec quelques Hygrophiles.

La composition de la flore arbustive indique un climat froid, les éléments de la flore herbacée permettent d'évoquer une certaine humidité. L'assèchement progressif du climat démontré par la sédimentologie, à la fin de cette phase n'est pas constaté ici. Quelques pourcentages d'Hygrophiles et de feuillus se maintiennent pendant cette période. Il est possible qu'il y ait eu migration verticale de pollens des couches sus-jacentes.

PHASE II : Couches 52 à 50 A.

Le taux de boisement remonte très fortement et se maintient au voisinage de 60 %. Les essences arbustives sont très nombreuses. A côté du Pin sylvestre en progression, le Noisetier est l'élément dominant. Le groupe des feuillus thermophiles se développe avec le Tilleul (le mieux représenté), l'Orme, le Chêne, l'Erable et le Frêne. L'Aulne et le Saule sont présents en pourcentages notables à tous les niveaux. Quelques pollens de *Rhamnus frangula* et d'*Hedera helix* sont rencontrés sporadiquement.

La flore herbacée comprend surtout des Cypéracées, des Graminées et des Hygrophiles bien développées à tous les niveaux. Notons quelques pollens de Rosacées (*Rubus, Potentilla, Prunus*) et d'Ericales (*Erica, Calluna*) et de nombreuses spores de Polypodiacées tempérées.

Cet ensemble floristique indique une très nette amélioration thermique. Le faible développement du Chêne (sporadique ou même absent à certains niveaux) permet de conclure à une température moyenne inférieure à l'actuelle dans la même région. Le développement des Hygrophiles, du Saule et de l'Aulne prouve une humidité marquée. Cette phase semble donc correspondre à un climat tempéré frais et humide.

PHASE III : Couches 49 à 44.

Dans ces niveaux la flore arbustive régresse rapidement, le taux de boisement tombe à 24 puis à 14 %. Les feuillus (Tilleul, Orme, Chêne, Erable, Frêne) disparaissent peu à peu. Le Noisetier, l'Aulne et le Saule se maintiennent en faibles pourcentages. Corrélativement l'ensemble des Graminées, Artémisiées, Héliophiles amorce une forte croissance. Les Hygrophiles disparaissent et les Cypéracées régressent peu à peu. Lss Fougères tempérées disparaissent, de nombreuses spores de Lycopode et de Sélaginelle (*Selaginella selaginoides*) sont rencontrées à tous les niveaux.

Nous sommes en présence d'une variation climatique froide entraînant le recul des thermophiles. Les conditions deviennent également de plus en plus sèches.

PHASE IV : Couches 43 à 41.

Le taux de boisement remonte et atteint 60 %. Les feuillus réapparaissent très nombreux. Le Noisetier, l'Aulne et le Saule sont abondants et le Pin sylvestre en progression. On rencontre le Tilleul, l'Orme, le Chêne, le Frêne, l'Erable comme dans la phase II mais souvent plus nombreux, accompagnés des mêmes éléments des sous-bois tempérés. Les

essences herbacées présentent les mêmes éléments caractéristiques : Hygrophiles, Cypéracées, Polypodiacées et quelques Rosaeées et Ericales.

Ces caractères indiquent une variation climatique analogue à celle des niveaux 53-50 A tempérée et humide mais peut-être plus marquée dans le sens d'une élévation thermique.

PHASE V : Couches 40 et 39.

Le taux de boisement s'abaisse fortement (13-15 %). Le Pin sylvestre reste le seul élément forestier. Le Genévrier, le Noisetier et l'Aulne se maintiennent avec de très faibles pourcentages puis disparaissent. Les herbacées sont brusquement dominées par les Graminées et les Artémisiées. Notons l'apparition d'éléments steppiques nombreux (surtout *Helianthemum*, quelques pollens de *Knautia* et *Poterium*). Les Cryptogames vasculaires tempérés sont en régression, *Selaginella selaginoides* est présente.

Cette phase correspond au retour d'un climat plus froid et beaucoup plus sec, bien marqué tant par le recul de la flore arbustive que par le développement des Héliophiles et l'apparition d'éléments steppiques nombreux.

PHASE VI : Couche 38.

Dans ce niveau le taux de boisement se relève et atteint 33 %. Le Pin sylvestre augmente ses poureentages, le Genévrier et le Noisetier apparaissent en assez grand nombre. De nouveau on rencontre mais en plus faibles pourcentages l'Aulne, le Saule, le Frêne et parfois sporadiquement le Tilleul et l'Orme. Les Graminées, les Cypéracées et les Hygrophiles sont abondantes, les Artémisiées se maintiennent en pourcentages notables à tous les niveaux. Les élément steppiques disparaissent.

Cette flore indique des eonditions moins froides et plus humides mais moins favorables que celles des zones II et IV, avec de vastes zones humides et des prairies herbeuses à Graminées et Cypéracées.

PHASE VII : Couches 37-36.

Cette phase rappelle beaucoup les caractères des niveaux 39-40. Un nouveau et important recul du boisement (11-10 %) se manifeste. Les feuillus ont complètement disparus. Les herbacées présentent un nouveau maximum des Graminées et des Artémisiées avec de nombreuses Héliophiles et des éléments steppiques en pourcentages plus élevés qu'aux niveaux 39-40.

Cette phase froide très sèche à caractère assez nettement steppique termine les niveaux du Würm I.

III. — WURM II.

PHASE I : Couches 35 à 26.

Le taux de boisement est très bas (7-5 %) pendant toute cette phase. Au début on rencontre sporadiquement quelques pollens de Genévrier et de Noisetier puis, très vite, seul subsiste le Pin sylvestre. Parmi les herbacées la dominance très grande des Graminées et des Cypéracées indique l'existence de vastes étendues herbeuses humides. Les pollens d'Hygrophiles proprement dites sont complètement absents. La température était constamment trop basse pour permettre leur floraison. Il faut noter la pauvreté de la flore herbacée du point de vue du nombre des types ou familles représentés.

Tout iei indique un épisode climatique extrêmement froid et aussi très humide.

PHASE II : Couches 25 à 23.

Dans ces niveaux le recul forestier se maintient aussi grand et parfois s'accentue eneore On rencontre uniquement quelques pourcentages de Pin sylvestre. La strate herbacée est très largement dominée par les Graminées et les Composées (partieulièrement les Carduaeées et les Centaurées). Parmi les autres héliophiles des éléments steppiques sont présents en pourcentages notables à tous les niveaux : *Hélianthemum*, *Potérium sanguisorba*, *Knautia*, *Armeria* et quelques pourcentages d'*Ephedra distachia* et *Hippophae rhamnoides*.

Cet ensemble floristique correspond à un climat très froid et très sec, nettement steppique.

PHASE III : Couches 22 à 20.

Le taux de boisement remonte à 14-16 %. A côté du Pin sylvestre apparaissent quelques pollens de Genévrier, de Noisetier et d'Aulne. Parmi les

herbacées notons une augmentation des Graminées et le retour des Cypéracées et de quelques Hygrophiles. Les Composées diminuent fortement mais les Artémisiées restent assez nombreuses. Les essences steppiques disparaissent.

Les variations de la flore indiquent un changement climatique dans le sens d'une légère amélioration et d'une augmentation de l'humidité.

PHASE IV : Couches 19 à 14.

Ces niveaux voient le rétablissement de conditions très froides, steppiques, analogues à celles des niveaux 25 à 23 : même taux très bas de boisement, même dominance des Carduacées, des Centaurées et des Graminées, présence de nombreux éléments steppiques.

PHASE V : Couches 13 à 11.

Dans cette phase le taux de boisement remonte à 15 et 17 %. Quelques pollens de Genévriers, de Noisetier, d'Aulne et de Saule apparaissent en faibles pourcentages. Les Graminées et les Cypéracées constituent la presque totalité de la strate herbacée.

On peut conclure ici à un climat beaucoup plus humide avec sans doute une légère amélioration thermique.

PHASE VI : Couches 10 à 9.

Le taux de boisement retombe au-dessous de 10 %, avec Pin sylvestre seul. Les Graminées et les Artémisiées sont très abondantes. On ne rencontre que de faibles pourcentages d'éléments steppiques. Les Cypéracées et les Hygrophiles disparaissent à peu près complètement.

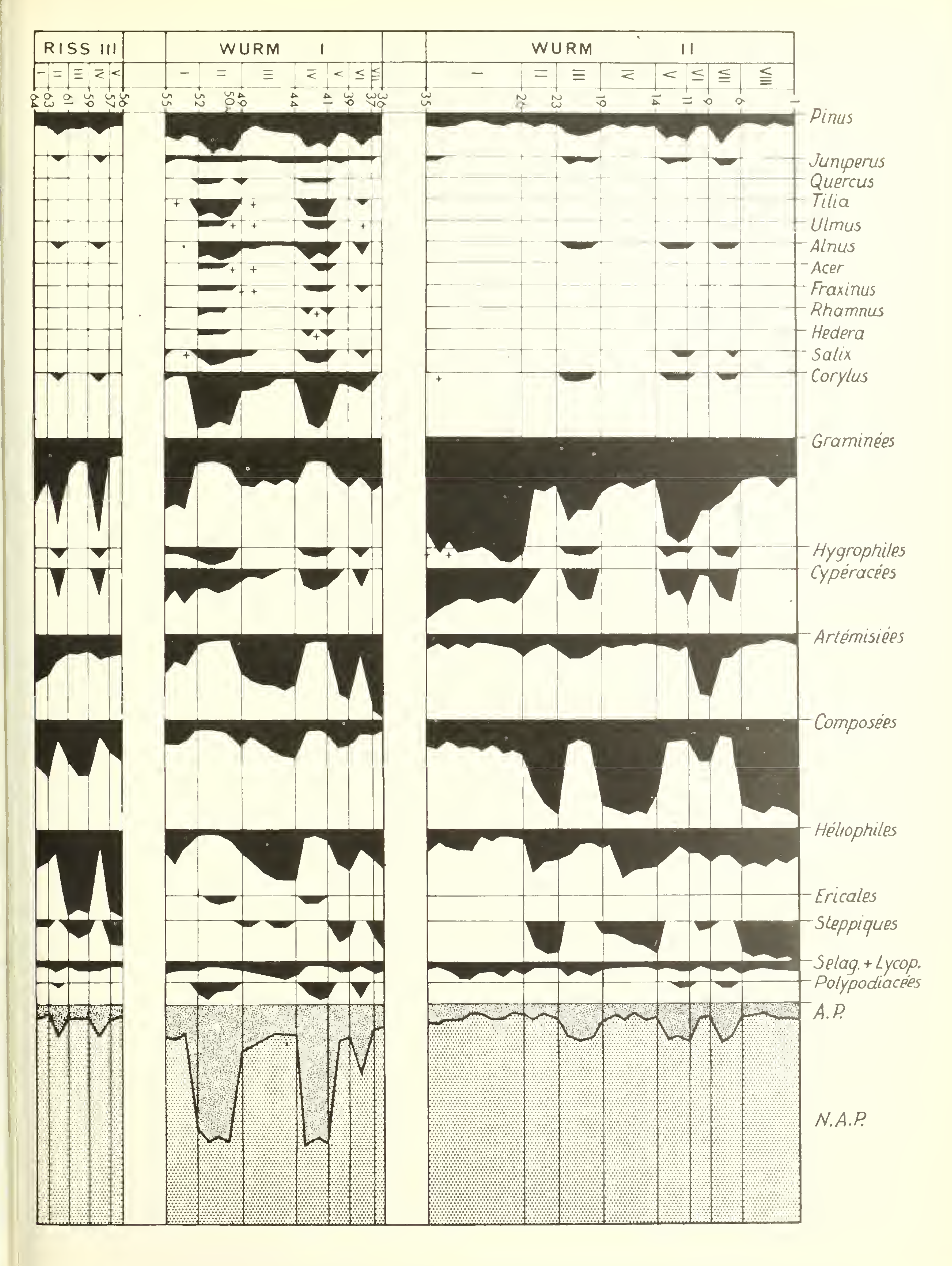
Cette phase correspond à un climat beaucoup plus froid et plus sec mais vraisemblablement moins fortement steppique que les phases II et IV.

PHASE VII : Couches 8 et 7.

A ce niveau des conditions plus humides et probablement légèrement plus favorables se rétablissent. Le taux de boisement remonte à 15-18 %. A côté du Pin sylvestre on note quelques pollens de Genévrier, de Noisetier, de Saule et d'Aulne. Les Cypéracées se développent et les Hygrophiles réapparaissent. Les Composées et les Graminées sont encore nombreuses.

PHASE VIII : Couches 6 à 1.

Dans cette zone terminale du diagramme pollinique, le taux de boisement redevient inférieur à 10 %. Les éléments dominants sont les Graminées et les Composées, les Héliophiles ainsi que de nombreux éléments steppiques. Cette phase ramène donc des conditions très froides et très sèches.



COMBE-GRENAL _ TABLEAU II —Diagramme palynologique—

CONCLUSIONS PALEOCLIMATIQUES

1. Les analyses sédimentologiques ont permis de définir le remplissage rissien comme un ensemble fortement thermoclastique correspondant à un climat très rigoureux et très sec.

Dans cet ensemble homogène, trois oscillations mineures ont été mises en évidence, correspondant à un climat plus humide, accompagné d'une légère amélioration thermique.

Dans les trois cas, l'adoucissement du climat a entraîné un certain ralentissement du thermoclastisme et l'humidité contemporaine un léger lessivage. Jamais ces deux phénomènes n'ont été suffisants pour altérer profondément les dépôts sous-jacents.

Le diagramme pollinique relatif à ces niveaux confirme l'homogénéité du remplissage rissien et son caractère climatique très rigoureux et très sec. Deux oscillations humides et moins froides sont bien marquées par la flore, mais la dernière mise en évidence par la sédimentologie, n'a sans doute pas été suffisamment longue et marquée pour retentir sur l'ensemble de la flore.

Notons que la composition des flores herbacées montre un grand nombre de genres ou de familles représentant un échantillonnage assez vaste. On a l'impression d'une flore appauvrie par le climat rigoureux mais encore très variée. Cette remarque constitue peut-être une différence entre les flores rissiennes et würmiennes de cette région, mais ceci est à préciser sur de plus nombreux exemples.

2. Le Würm I a connu des conditions climatiques plus modérées.

Après une première période de climat très rigoureux, plusieurs oscillations tempérées et humides ont alterné avec des périodes de froid plus vif.

Parmi ces oscillations, deux sont particulièrement marquées. Elles correspondent aux phases II et IV. Une troisième (phase VI) présente un caractère moins accusé.

Du point de vue sédimentologique, quelques caractères communs à ces trois oscillations doivent être mentionnés. En premier lieu, les dépôts formés lors de ces périodes tempérées sont superposés dans les trois cas, à des formations cryoturbées sur une forte épaisseur. C'est là un phénomène facilement explicable si l'on considère que chaque phase tempérée s'est installée progressivement et a été précédée par une série d'oscillations de moins en moins froides qui ont permis le dégel du sol de plus en plus profondément. Un autre caractère commun à ces dépôts du Würm I consiste en la présence dans les niveaux formés antérieurement à l'épisode tempéré (couches 51 à 55, 40 à 49, 39 à 40) ou même pendant ce même épisode (couches 43-41), de galets calcaires présentant une *fissuration* caractéristique et nettement différenciable de la *gélivation* des éboulis du Würm II [1].

Dans les phases II et IV, l'adoucissement thermique a conduit progressivement vers un climat tempéré et humide qui a favorisé une faible pédogenèse des dépôts sous-jacents. La phase VII représente seulement une faible variation climatique plus

(1) En cours d'analyses, nous avons été amenés à distinguer les cailloux *fissurés* des cailloux *gélivés*. Les premiers présentent à leur surface un réseau de fines craquelures superficielles qui rappellent celles obtenues expérimentalement par Bonifay par des alternances de gel et de dégel sur des galets saturés d'eau. Nous les avons trouvés dans les dépôts du Riss III et du Würm I, immédiatement sous-jacents à des niveaux formés lors de conditions climatiques douces et humides. Les cailloux gélivés se caractérisent par un éclatement total du galet calcaire en larges fragments. Ils sont présents dans les dépôts du Würm II. Leur formation supposerait plutôt un froid très rigoureux.

humide, accompagnée d'un certain réchauffement, mais nettement moins marqué que dans les deux phases précédentes.

Les mêmes phases tempérées humides sont très nettement mises en évidence par les spectres polliniques. Les deux premières (II et IV) présentent des conditions ramenant tout un cortège de feuillus et d'herbacées thermophiles des sous-bois et des lieux humides. Cet ensemble évoque l'existence d'importants taillis de Noisetier avec bosquets de feuillus essentiellement de Tilleul avec quelques Ormes, Chênes, Erables, Frênes. L'Aulne et le Saule peuplaient les fonds de vallées, les zones humides et le bord des cours d'eaux. Le Pin sylvestre n'atteint pas de très forts pourcentages ici, le caractère très calcaire du sol en est sans doute la cause ; il devait former de véritables pinèdes sur les zones acides qu'il préfère. Dans l'ensemble ces feuillus sont des arbres des plaines et des collines et si certains peuvent s'élever jusqu'aux étages montagnards, d'autres comme l'Erable et le Chêne n'atteignent que l'étage montagnard inférieur. Rappelons que le Chêne n'est que faiblement représenté dans ce diagramme. Cet ensemble permet l'hypothèse d'un climat plus frais que l'actuel dans cette région, voisin de celui des piemonts ou de l'étage montagnard inférieur actuel. Signalons encore la présence d'*Hedera helix* et de *Rhamnus frangula* caractéristiques des sous-bois tempérés. *Rhamnus frangula* ne dépasse pas actuellement vers le Nord l'isotherme 13° de juillet ; c'est un bon indicateur de climat tempéré recherchant les sols frais et humides, particulièrement les humus acides. La présence des Ericales (genres *Erica* et *Calluna*) aimant également les sols humides permet de penser à la formation de véritables sols d'humus au cours de ces phases climatiques, ce qui est en accord avec leur caractère forestier tempéré. Parmi les nombreuses Hygrophiles de ces mêmes niveaux *Nuphar luteum* et *Alisma natans* présentent les mêmes caractères et indiquent une certaine acidité des eaux.

Les conditions climatiques de la troisième phase tempérée (VI) sont moins marquées et correspondent à un boisement plus clair de paysage de parc.

Les épisodes tempérés du Würm I sont séparés par des périodes de froid sec dans lesquelles on assiste à une intensification des actions de thermoclastisme. Ces conditions froides deviennent de plus en plus marquées à mesure que l'on se rapproche de la fin du Würm I et deviennent maximales dans la phase tout à fait terminale.

Au cours de ces épisodes la flore se caractérise par la régression des feuillus et des herbacées thermophiles. Il faut noter le développement marqué des Graminées et des Artémisiées à ces périodes. Les éléments steppiques apparaissent au cours de la phase V et deviennent plus nombreux dans la phase finale à caractère nettement steppiques (2).

3. Contrairement à ce que l'on observe dans le Würm I, où l'établissement et la succession des phases climatiques se sont faits de façon progressive, on assiste dans le Würm II à une alternance beaucoup plus brutale des phénomènes. C'est ainsi que les oscillations « chaudes » ne sont différenciables que par un ralentissement du thermoclastisme : elles ne sont annoncées par aucun phénomène de cryoturbation.

Toutes les composantes sédimentologiques du remplissage font apparaître le Würm II comme un stade particulièrement rigoureux qui contraste de façon frappante avec le caractère modéré du climat du Würm I. Les caractères floristiques amènent aux mêmes conclusions.

Les analyses palynologiques et sédimentologiques permettent de distinguer tout d'abord deux phases très froides, la première étant en outre très humide et la seconde nettement steppique.

Dans la première phase les éboulis, très nombreux, sont généralement de petite taille, fortement émoussés et altérés, dans le second cas ce sont plutôt de gros blocs d'effondrement qui se sont détachés dès le retour d'un froid plus vif.

---

(2) Dans toutes les phases froides du Würm I on rencontre sporadiquement et avec des valeurs variables (0,5 à 0,2 %) des pollens d'essence thermophiles (Erica, Orme, Tilleul, Frêne). Leur présence est en désharmonie avec l'ensemble de la flore pollinique de ces phases, d'autre part étant donné les caractères sédimentologiques de ces couches, nous avons considéré ces pollens thermophiles comme remaniés de couches tempérées sus-jacentes. Par contre nous avons tenu compte des pollens de Noisetier et d'Aulne représentés systématiquement à tous les niveaux et en pourcentages constants se traduisant par des courbes continues. Les listes d'espèces très rares ou considérées comme remaniées seront détaillées dans la publication définitive.

Tableau III. - COMBE-GRENAL - Tableau récapitulatif

		CLIMAT	PAYSAGE VÉGÉTAL	FAUNE	INDUSTRIE	COUCHES
RISS III	I	Froid. Sec.	Steppe avec rares Pins sylvestres et Genévriers. Vastes pelouses sèches, avec quelques éléments steppiques.		Industrie très pauvre, probablement acheuléenne.	64 63
	II	Moins froid. Humide.	Dominance des prairies herbeuses humides. Bouquets de Pins sylvestres, Genévriers et feuillus (Aulne, Noisetier).	Renne, Rouquetin.	Acheuléen supérieur pauvre.	62
	III	Froid. Très sec.	Steppe avec rares Pins sylvestres et Genévriers. Dominance des pelouses sèches, nombreuses steppiques.	Renne, Bouquetin, Cheval. *Renne*, Cerf, Bovidés, Bouquetin. *Renne*, Cerf, Bouquetin, Cheval, Chamois, Daim, Saïga.	Acheuléen supérieur pauvre. Acheuléen supérieur. Acheuléen supérieur.	61 60 59
	IV	Moins froid. Humide.	Prairies herbeuses humides, localement zones plus sèches à Artemises. Bouquets de Pins sylvestres et Genévriers, rares feuillus (Aulne, Noisetier).	*Renne*, Cerf, Daim, Bovidés, Bouquetin, Cheval, Chevreuil.	Acheuléen supérieur.	58
	V	Froid. Steppique.	Steppe avec rares Pins sylvestres. Vastes pelouses sèches, nombreuses steppiques.	*Renne*, Cerf, Bovidés, Cheval, Bouquetin, Daim, Chevreuil, Sanglier, Cerf, Cheval.	Acheuléen supérieur. Acheuléen supérieur.	57 56
WURM I	I	Froid. Humide. Devenant plus sec vers le sommet.	Vastes prairies herbeuses et zones humides à éléments hygrophiles. Bouquets de Pins sylvestres et Genévriers, quelques feuillus (Aulne, Noisetier, Saule).	Cerf, Cheval, Daim. *Cerf*, Cheval, Chevreuil, Sanglier, Bovidés, Mégacéros. *Cerf*, Cheval, Sanglier, Bovidés, Chevreuil.	Moustérien concassé. Moustérien typique. Moustérien concassé.	55 54 53
	II	Tempéré. Humide.	Stade forestier. Bois de Pins sylvestres, important taillis de Noisetier avec bouquets de feuillus (Tilleul, Orme, Chêne, Erable, Frêne). Aulne et Saule sur les zones fraîches et le bord des eaux. Arbustes et Fougères tempérées. Eléments herbacés des zones humides et des marécages.	*Cerf*, Chevreuil, Cheval, Sanglier, Bovidés, Mégacéros, Renne, Lynx. *Cerf*, Cheval, Bovidés, Chevreuil, Sanglier, Mégacéros. *Cerf*, Cheval, Bovidés, Chevreuil, Magacéros, Sanglier. *Cerf*, Cheval, Bovidés, Mégacéros, Chevreuil.	Moustérien typique riche. Moustérien concassé. Moustérien typique riche. Moustérien typique riche.	52 51 50 50 A
	III	Froid. Sec.	Paysage de parc passant à la steppe boisée, bois clairs de Pins sylvestres, avec quelques feuillus disparaissant peu à peu. Développement progressif des prairies et pelouses sèches à Graminées et Artemises.	*Cerf*, Cheval, Bovidés, Sanglier, Chevreuil. Cerf, Bovidés, Sanglier. *Cerf*, Cheval, Bovidés, Sanglier, Chevreuil. Cerf, Cheval, Bovidés. Cerf, Cheval, Sanglier. Cerf, Cheval, Chevreuil, Sanglier, Bovidés.	Moustérien concassé. Moustérien (traces). Moustérien typique concassé. Moustérien très pauvre Moustérien très pauvre Moustérien très pauvre	49 48 47 46 45 44
	IV	Tempéré. Humide.	Stade forestier, bois de Pins sylvestres, important taillis de Noisetier avec bosquets de feuillus assez denses. Aulne et Saule sur les zones humides. Arbustes et Fougères tempérées. Eléments herbacés des zones humides et marécageuses.	*Cerf*, Chevreuil, Cheval. Cerf. *Cerf*, Bovidés, Chevreuil, Cheval.	Moustérien typique très riche en éclats, Levallois. Moustérien typique pauvre.	43 42 41
	V	Froid. Très sec.	Steppe boisée, bouquets de Pins sylvestres avec rares feuillus disparaissant rapidement. Prairies et pelouses sèches, éléments steppiques assez nombreux.	*Cerf*, Cheval, Bovidés, Chevreuil, Chamois, Renne. *Cerf*, Cheval, Chevreuil.	Moustérien typique. Moustérien pauvre et concassé.	40 39
	VI	Plus doux. Humide.	Paysage de parc, bois clairs de Pins sylvestres, taillis de Noisetiers avec quelques feuillus. Importantes zones humides et localement pelouses plus sèches.	*Cerf*, Bovidés, Cheval, Chevreuil, Bouquetin.	Moustérien à denticulés de débitage Levallois, riche.	38
	VII	Froid. Très sec. Steppique.	Steppe légèrement boisée avec quelques Pins sylvestres, aucun feuillus. Grand développement des prairies et pelouses sèches, nombreux éléments steppiques.	Cerf, Cheval, Bovidés, Bouquetin. *Cerf*, Bovidés, Renne, Cheval.	Moustérien typique légèrement concassé. Moustérien typique.	37 36
WURM II	I	Froid. Humide.	Vastes prairies herbeuses humides avec quelques rares Pins sylvestres. Ensemble floristique très pauvre.	*Cerf*, Renne, Bovidés, Cheval, Bouquetin, Chevreuil. Cerf, Cheval, Renne, Bovidés, Bouquetin. *Bovidés*, Cerf, Renne, Chevreuil. *Bovidés*, Renne, Cerf, Chamois, Bouquetin. *Renne*, Bovidés, Cheval, Cerf, Bouquetin. Renne, Cerf, Bovidés, Cheval, Rouquetin, Chevreuil. Renne, Cerf, Bovidés, Cheval, Chevreuil, Bouquetin. *Renne*, Cerf, Bovidés, Chevreuil, Bouquetin, Chamois. *Renne*, Cerf, Cheval, Bovidés, Bouquetin, Chevreuil. *Renne*, Cerf, Cheval, Bouquetin.	Moust. type Ferrassie. Moust. type Fer. (?) Moust. type Ferrassie. Moust. type Ferrassie. Moustérien typique (?) Moustérien typique. Moustérien typique. Moustérien typique. Moust type Ferrassie. Moustérien type Quina	35 34 33 32 31 30 29 28 27 26
	II	Très froid. Très sec. Steppique.	Steppe. Rares Pins sylvestres. Vastes zones très sèches à Graminées, Composées et très nombreuses steppiques.	*Renne*, Cerf, Cheval, Bovidés, Chevreuil. *Renne*, Cheval, Cerf, Bovidés, Bouquetin. Renne, Cheval, Cerf, Bouquetin, Bovidés, Chamois.	Moustérien type Quina Moustérien type Quina Moustérien type Quina	25 24 23
	III	Moins froid. Humide.	Prairies herbeuses humides. Bouquets de Pins sylvestres avec quelques Genévriers et feuillus (Noisetier, Aulne).	*Renne*, Cheval, Cerf, Bovidés, Bouquetin. *Renne*, Cheval, Cerf, Bouquetin, Bovidés, Chamois, Lynx, Sanglier. *Renne*, Cerf, Cheval, Bovidés, Bouquetin, Chamois.	Moustérien type Quina. Moustérien type Quina Moustérien à denticulés non Levallois.	22 21 20
	IV	Très froid Très sec. Steppique.	Steppe. Rares Pins sylvestres. Vastes zones sèches à Graminées, Composées et nombreuses steppiques.	*Renne*, Cheval, Cerf, Bouquetin, Mégacéros. *Renne*, Cheval, Cerf, Bouquetin. *Renne*, Cheval, Cerf, Bouquetin, Bovidés. *Cheval*, Renne, Bovidés, Bouquetin, Cerf. *Cheval*, Renne, Bovidés, Cerf, Bouquetin.	Moustérien type Quina Moustérien type Quina Moustérien type Quina Moustérien à denticulés (?) Moustérien à denticulés non Levallois. Moustérien à denticulés non Levallois.	19 18 17 16 15 14
	V	Moins froid. Humide.	Prairies herbeuses humides, bouquets de Pins sylvestres, Genévriers et quelques feuillus (Noisetier, Aulne, Saule).	*Cheval*, Bovidés, Renne, Cerf, Bouquetin. Bovidés, Cheval, Bouquetin, Renne, Cerf. *Bovidés*, Renne, Cerf, Cheval, Bouquetin.	Moustérien à denticulés non Levallois. Moustérien à denticulés non Levallois. Moustérien à denticulés Levallois.	13 12 11
	VI	Froid. Sec.	Steppe. Rares Pins sylvestres. Dominance des zones sèches à Xérophiles et steppiques (Persistance locale possible de zones plus fraîches).	Bovidés, Cerf, Cheval, Renne. Cerf, Bovidés, Cheval.	Moustérien typique (?) Moustérien pauvre.	10 9
	VII	Moins froid. Humide.	Prairies herbeuses humides, bouquets de Pins sylvestres, Genévriers et quelques feuillus (Noisetier, Aulne, Saule).	Cerf, Renne, Bovidés, Cheval. Renne, Cerf, Bouquetin, Bovidés, Cheval.	Moustérien pauvre. Moustérien typique à débitage Levallois	8 7
	VIII	Très froid. Très sec.	Steppe. Rares Pins sylvestres. Très vastes zones sèches avec nombreux éléments steppiques.	Renne, Cerf, Bouquetin, Bovidés. Cerf. Renne, Cerf, Bovidés. Cerf, Bovidés. Bovidés, Cerf.	Moustérien pauvre, mais identique à celui de 7. Moustérien très pauvre. Moustérien de tradition acheuléenne très pauvre. Moustérien de tradition acheuléenne. Moustérien très pauvre. Moustérien de tradition acheuléenne pauvre.	6 5 4 3 2 1

La composition des flores herbacées de ces deux premières phases appelle quelques remarques. La phase initiale du Würm II présente un cortège floristique très pauvre, il comprend exclusivement des Graminées et des Cypéraeées. Les pollens d'Hygrophiles sont nuls, ces essences demandant un certain ensoleillement, un minimum de jours ensoleillés dans l'année, pour se maintenir. ANDERSEN (3) signale la disparition de ces plantes dès que la température d'été s'abaisse au-dessous de 10°. Ainsi nous constatons la disparition de ces éléments au cours de la phase initiale du Würm II. Les conditions de cette phase très froide et humide entraînent l'appauvrissement de la flore ne permettant guère que la survie de certaines Graminées et Cypéracées.

La seconde phase climatique montre aux côtés des Graminées le développement des Carduacées et des Centaurées. Au contraire les Artémisiées sont peu nombreuses. La plupart des espèces d'Artémisiées d'Europe sont xérophiles plutôt que vraiment steppiques.

Les Héliophiles et les steppiques nombreux à tous les niveaux (particulièrement *Ephedra distachya*) marquent bien le caractère fortement steppique de cette phase.

Signalons à propos des Artémisiées que VAN DER HAMMEN (4) attribue leurs valeurs extrêmement basses dans certaines phases du Pleni-glaciaire de Hollande à l'abaissement de la température d'été. D'autre part ANDERSEN signale que la fréquence des Artémisiées reste basse dans certaines phases car la couverture de neige et l'humidité du sol y sont trop abondantes. Ceci explique la faible représentation des Artémisiées observée ici pendant les deux premières phases du Würm II où elles sont défavorisées par les conditions ou très humides et très froides, ou steppiques.

Postérieurement, on observe une succession d'oscillations froides et sèches séparées par des épisodes plus humides et plus doux. Les épisodes froids présentent tous les mêmes caractères sédimentologiques, sauf la phase IV dont le début est dominé par d'importants apports éoliens.

Sur le diagramme pollinique ces variations climatiques se traduisent par une alternance d'ensembles floristiques froids et steppiques et de flores plus humides et moins froides amenant de nombreuses Graminées, Cypéracées ainsi que quelques Hygrophiles et quelques feuillus (surtout dans la zone V). Les épisodes froids présentent tous les mêmes caractères steppiques, peut-être l'épisode correspondant à la zone III est-il moins fortement marqué du point de vue de la sécheresse.

Signalons enfin que le comportement des feuillus thermophiles dans l'ensemble du diagramme pollinique est assez instructif. On constate en effet le développement important de ces essences au cours des phases tempérées et également leur retour rapide à chaque atténuation du froid. Certaines d'entre elles : Aulne, Noisetier, Saule se maintiennent longtemps pendant les phases froides du Würm I. La courbe du Noisetier reste continue au cours du Würm I. Il n'est pas impossible que ces éléments se soient maintenus presque constamment sur place à la faveur de micro-climats favorables. En tout cas les zones de refuge des Thermophiles devaient être très proches, certaines vallées ensoleillées et abritées de la Dordogne elle-même pouvaient fort bien jouer ce rôle.

*
* *

Le tableau III résume les données tirées des études sédimentologiques et palynologiques, le paysage végétal, la faune et les industries, couche par couche. Il est évident que, comme il fallait s'y attendre, il y a rapport entre la végétation et la vie animale. En ce qui concerne les industries, ce rapport, si même il existe, n'est pas évident. Pendant tout le Riss III, le climat a été froid, avec des variations dans l'humidité et l'intensité du froid. Ces variations ne semblent pas s'être répercutées sur l'industrie qui est partout de l'Acheuléen supérieur.

Le Würm I a vu de grandes oscillations climatiques et floristiques. Il commence avec un froid humide, et des couches cryoturbées, (couches 55 à 53) où l'industrie, probablement un Moustérien typique (reconnaissable dans la couche 54, où les outils ont

(3) ANDERSEN (S. Th.) : Vegetation and its environment in Danmarck in the early Weichseilan glaeial. *Danm Geol. Unders.*, II, n° 75, 1961.

(4) VAN DER HAMMEN : Late-glaeial flora and periglacial phenomena in Netherlands. *Leidse. Geol. Med.*, 17, 1951.

été partiellement protégés par les cendres d'un foyer) est concassée. Il se continue, dans la zone II par un climat tempéré humide, avec paysage forestier, comprenant deux riches couches de Moustérien typique (couches 52 et 50-50 A), séparées cependant par une couche (51) extrêmement cryoturbée et concassée. Cette couche 51 ravine par endroits la couche 52, et montre donc, en même temps que des cryoturbations sur place, une certaine solifluxion.

La zone III, avec les couches 49 à 44, est complexe. Le climat est froid et sec, et pourtant plusieurs niveaux, ceux de base, sont fortement cryoturbés et soliflués : la couche 49 a détruit la couche 50 A, terreuse, sur une grande partie du gisement. L'industrie est très fortement concassée dans cette couche 49, moins fortement, mais encore très nettement dans les couches 48 et 47, fortement à nouveau dans la couche 46, très pauvre d'ailleurs, et locale. La couche 47 est du Moustérien typique, les autres ne sont plus déterminables. Les couches 45 et 44 deviennent plus terreuses, avec encore un fort concassage en 45. Elles sont trop pauvres pour qu'on puisse déterminer leur nature, mais rien ne s'oppose à ce que ce soit encore du Moustérien typique.

La zone IV est à nouveau forestière, de climat tempéré humide. Les couches 43-42 (43 est un foyer à la base de 42) sont très terreuses, rougeâtres. L'industrie est un Moustérien typique, mais nettement différent de celui des couches sous-jacentes : plus léger, plus petit, il comporte un très grand pourcentage d'éclats Levallois non retouchés. La couche 41, également terreuse et rougeâtre, est séparée parfois de la couche 42 par un lit d'éboulis anguleux, et contient une industrie analogue, mais bien moins riche.

La zone V est une période de climat froid et sec, assez steppique, avec à sa base des éboulis anguleux, couche 40, où sont disséminés des outils d'un Moustérien sans doute typique, pauvre. La couche 39 marque un retour à des éboulis plus arrondis, cryoturbés, mais bien moins considérablement que la couche 49 par exemple. Les silex, rares, y sont cependant concassés de façon assez nette.

La zone VI a joui d'un climat plus doux, humide, et correspond à la couche 38, riche Moustérien à denticulés, à débitage Levallois. Dans la zone VII se place la couche 37, de Moustérien typique, concassé par endroits par des cryoturbations, dans un emballage parfois terreux, brun, parfois jaunâtre et constitué alors de granules calcaires arrondis. Au-dessus, dans la même zone, la couche 36 est également du Moustérien typique, intact, dans un emballage nettement rougeâtre et argileux ou argilo-sableux. Nous considérons ce niveau comme une altération interstadiaire, et il ne pénètre pas à l'intérieur de l'abri du Würm II. Il est possible que ce sol soit tronqué.

Le Würm II débute par la couche 35, la première à pénétrer dans l'abri actuel, où elle commence par de gros éboulis, entre lesquels se placent des lentilles archéologiques, donnant toutes la même industrie, un Moustérien type Ferrassie se continue jusqu'à la couche 32 comprise. De la couche 31 à la couche 28, nous avons affaire à du Moustérien typique. Le Moustérien type Ferrassie réapparaît brièvement dans la couche 27, et est suivi par le Moustérien type Quina de la couche 26. Tout ceci forme la zone I, froide et humide.

La zone II, très froide et très sèche, est entièrement occupée par le Moustérien type Quina des couches 25 à 23. Ce Moustérien type Quina continue dans la zone III, avec les couches 22 et 21, mais au sommet de cette zone, moins froide et plus humide, apparaît un Moustérien à denticulés non Levallois. (Couche 20).

La zone IV est à nouveau très froide et très sèche. Elle comprend encore trois couches de Moustérien type Quina (19, 18, 17), les dernières du gisement. Au-dessus se place le Moustérien à denticulés non Levallois, dans les couches 16 et surtout 15 et 14. Il se poursuit dans la zone V, moins froide, humide, dans les couches 13 et 12, la 11 appartenant bien toujours à ce même type, mais avec débitage Levallois. La zone VI, froide et sèche, ne voit que de faibles occupations de l'abri, par des industries pauvres (couches 10 et 9), appartenant sans doute au Moustérien typique. La zone VII, moins froide et humide, voit se développer le Moustérien typique terminal (couches 8 et 7), riche dans la couche 7, et rappelant un peu, par sa finesse, celui de la couche 42-43. La zone terminale, VIII, est très froide et très sèche, et, après un dernier niveau, pauvre, de Moustérien typique (couche 6), voit s'établir

des occupations très pauvres, mais appartenant nettement, pour certains niveaux, au Moustérien de tradition acheuléenne, qui se trouve donc ici en position terminale. L'abri est presque comblé, et ne peut guère offrir qu'un refuge de chasse, et non une habitation.

Il est intéressant de comparer cette séquence à d'autres gisements, dont l'étude détaillée n'est pas encore faite, mais dont on peut déjà tracer les grandes lignes.

La grotte du Pech de l'Azé présente, à une extrémité, un remplissage Würm II, à l'autre un remplissage Würm I et Riss. Au-dessus des couches rissiennes, qui sont sans doute Riss I et II selon la faune, très différentes de celle de Combe Grenal, se place le sol interglaciaire, digérant probablement tout le Riss III, là stérile en industrie et presque en faune. Puis viennent des éboulis anguleux du début du Würm (effondrement de voûte), puis, au-dessus d'un sol polygonal net, indiquant des conditions froides, une zone de couches cryoturbées, concassant du Moustérien typique. Cette zone, froide, est suivie de plusieurs couches de sable, à faune tempérée (cerf et cheval surtout, pas de renne) avec Moustérien typique et Moustérien à denticulés. Puis se place une bande avec éboulis nombreux correspondant sans doute à un climat plus froid contenant du Moustérien typique. De nouvelles couches sableuses, à industrie et faune rare, avec apparition du renne, sont surmontées d'une bande d'éboulis avec Moustérien type Quina et renne abondant, correspondant à un nouvel épisode froid. La série se termine par des couches sableuses avec éboulis anguleux, et renne.

Nous avons donc, au-dessus du sol interglaciaire, la séquence suivante : froid, tempéré, froid, moins froid (malgré l'apparition du renne), froid, qui correspond en gros à celle de Combe-Grenal. Quant au Würm II, représenté à l'autre extrémité de la grotte par plusieurs couches de Moustérien de tradition acheuléenne, il semble commencer par un épisode froid et humide, et se continuer par un climat plus froid et sec. Une étude plus détaillée fera sans doute apparaître des subdivisions plus nombreuses et un accord plus parfait avec la séquence de Combe-Grenal.

Dans le Nord de la France (1), le loess rissien III semble s'être accumulé sous des conditions nettement plus froides que les deux premiers, et supporte le puissant sol du dernier interglaciaire. Le Würm I est représenté par le loess récent I, rarement conservé en son entier. Là où on pouvait le voir sous sa complexité maximale, par exemple à la carrière Rosny I (1), il était subdivisé en trois. A sa base se plaçait un cailloutis de solifluxion, correspondant à des conditions nettement froides et humides. Puis venait un sol de prairie, noir, riche en humus, développé sous un paysage de parc, nettement moins froid, avec des bosquets d'arbres dont on pouvait voir les traces de racines. Au-dessus, se développant graduellement, se place un loess brun, altéré à mesure de son dépôt, correspondant à une période plus sèche et plus froide, mais ni très sèche ni très froide. Un cailloutis indique une nouvelle phase d'humidité, suivie d'une période de dépôt rapide d'un loess clair, sous conditions froides et sèches. Au sommet se place, là où il a été conservé, un lehm interstadiaire.

Le Würm II est représenté par un loess déposé sous conditions froides et plus sèches, mais reposant sur un important cailloutis indiquant à son début un froid humide. Dans l'ensemble, ce tableau du début du Würm à l'Ouest de Paris cadre assez bien avec celui obtenu en Dordogne.

Il ne semble pas que des corrélations nettes entre le climat, le couvert végétal ou la faune et l'industrie puissent se dégager de l'étude du tableau III. Peut-être le Moustérien à denticulés semble-t-il se trouver plutôt sous des conditions pas trop froides et humides, mais les couches 16 à 24 de cette industrie se sont développées à Combe-Grenal sous un climat froid et sec. Les autres types de Moustériens semblent exister sous tous les climats, sauf le type Ferrassie, qui n'est représenté à Combe-Grenal que sous climat froid et humide, mais n'existe que pendant une faible partie de la séquence stratigraphique. Ceci tendrait à confirmer qu'il s'agit bien de cultures différentes, se développant linéairement sous des climats différents, et les faits ne semblent donc pas favorables à la théorie avancée par certains auteurs, que les différents faciès du Moustérien seraient des adaptations d'une culture unique à des environnements divers ou à des taches spécifiques.

---

(1) Bordes (F.) : Les Limons quaternaires du bassin de la Seine. *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine* Mémoire 26, Masson, Paris 1953.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 31 MARS 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 11

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES ET PALYNOLOGIQUES SUR LE QUATERNAIRE DU MARSAN

M. PAQUEREAU et C. THIBAULT
Laboratoire de Préhistoire
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 11

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 3 DECEMBRE 1966

Observations géologiques et palynologiques sur le quaternaire du Marsan

par M. PAQUEREAU et C. THIBAULT

Laboratoire de Préhistoire
Faculté des Sciences de Bordeaux.

Le Marsan s'étend principalement, au S et au SO de Mont-de-Marsan, sur les larges terrasses alluviales de l'Adour. Vers l'E il mord sur les formations tertiaires, parfois masquées par une couverture limono-sableuse pléistocène. Quant à sa partie occidentale elle s'identifie à la zone d'interfluve de l'Adour et de la Midouze, où sont localisés les trois points dont nous abordons l'étude dans la présente note.

Un profil transversal de l'interfluve démontre l'existence de quatre niveaux de terrasses emboîtées. Le plus haut, et par conséquent le plus ancien, est entamé au NO, entre Meilhan et Saint-Yaguen, par l'actuelle vallée de la Midouze. On peut reconnaître ce même niveau de 40 m en altitude relative dans le plateau qui, plus à l'E, se manifeste à la latitude de Haut-Mauco.

Le niveau de 30 m, plus large, s'étale en contrebas du précédent, bien que s'en distinguant assez mal dans le paysage. Il porte notamment, au ras de son talus interne, les bourgs de Cauna et de Souprosse, et, dans la trouée de la Midouze, la petite ville de Tartas.

Enfin les deux derniers niveaux, particulièrement distincts au S de Souprosse, se situent aux cotes relatives de 15 m et 10 m.

L'absence à la fois d'un revêtement limoneux würmien identique à celui de la Chalosse, où il est daté par les industries moustériennes, et d'altérations pédologiques du type rubéfié, antérieurs au Würm, nous a tout naturellement conduit à placer la genèse de cet ensemble alluvial dans le courant de la dernière glaciation.

Mais il y a aussi, tout au moins pour l'instant, lacune dans le Marsan, en matière d'archéologie paléolithique. Si bien que les hypothèses relatives à la chronologie de ses terrasses sont empreintes d'une certaine fragilité qu'il nous a paru bon d'atténuer par une étude palynologique de niveaux argileux et de tourbes, dont les résultats sont comparés aux indices paléoclimatiques recueillis dans des gisements préhistoriques du Sud-Ouest de la France. Il est possible en outre de trouver dans ces observations de nouveaux arguments pour la datation des assises sableuses, attribuées à la formation du sable des Landes.

MEILHAN (Landes)

Deux carrières sont ouvertes, au N de Meilhan, dans la masse des galets et des graviers de la terrasse de 40 m qui détermine un paysage plan. Dans l'une de ces exploitations ([1]), deux couches dissemblables, l'une argileuse, l'autre constituée de sables éoliens, coiffent le toit du dépôt alluvial.

Malgré une très faible pente on enregistre un drainage externe moyen. Le drainage interne, par contre, est rapide dans la couche 1, sableuse, et devient imparfait dès le sommet de la couche argileuse 2.

Sur la paroi S. longue d'une quarantaine de mètres, la succession stratigraphique (fig. 1) s'établit ainsi, de haut en bas ([2]) :

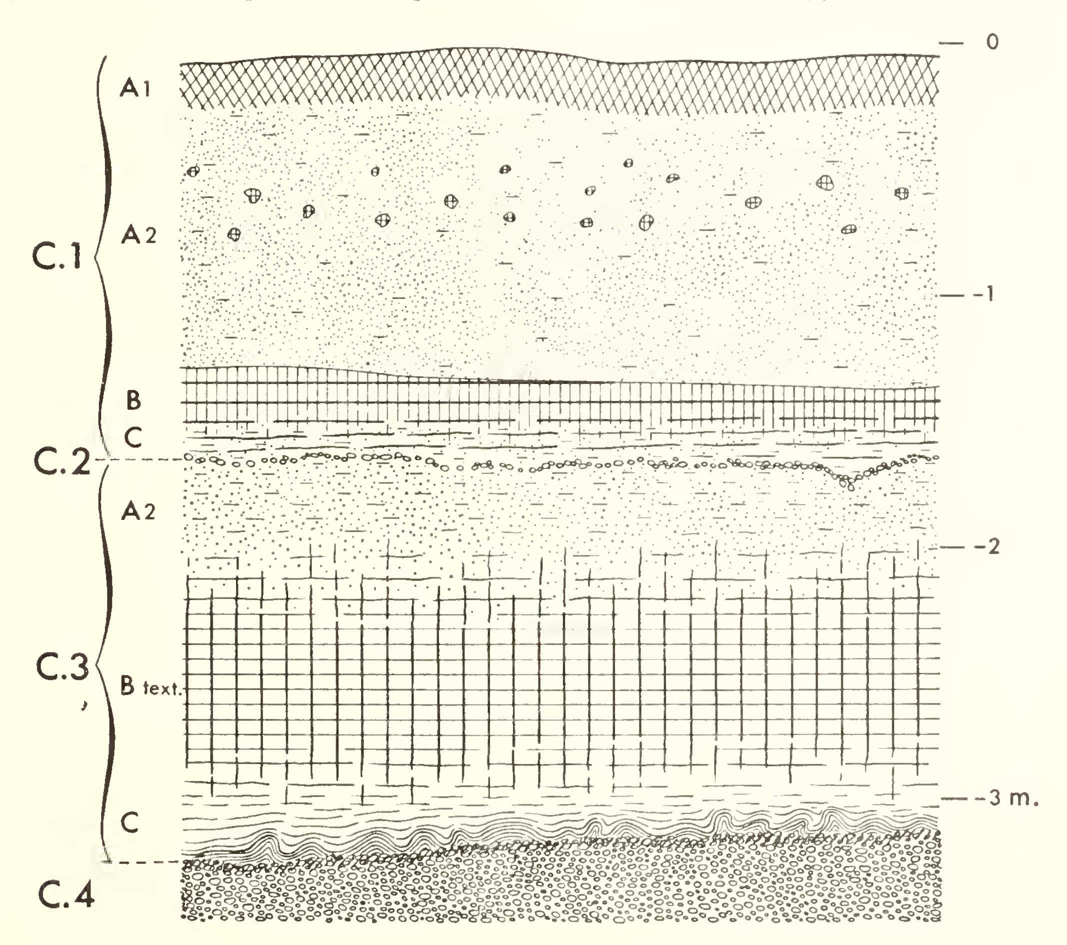


Fig. 1. — Meilhan. Stratigraphie.

(1) Coordonnées hectométriques : XP 849 604 ; feuille au 1/50 000e : Mont-de-Marsan (XV-42). Dans un précédent article cette terrasse avait été qualifiée de nappe alluviale de 30 m de l'Adour : C. Thibault et C. Latouche. Comportement des minéraux argileux au cours de quelques phases d'altération datant du Quaternaire dans le bassin de l'Adour. *Congrès des sociétés Savantes*, Rennes, 1966 (à l'impression).

(2) Profils humides. Couleurs définies à l'aide du code expolaire de Cailleux et Taylor.

Couches	Prof. cm	
1	0-140	Sables fins (Md = 0,18 — 0,19 mm) dont l'épaisseur décroît vers l'E. La limite inférieure de la couche est brutale, assez régulière, soulignée par un léger cailloutis de graviers qui s'enfonce parfois dans des poches de dimensions réduites, aussi larges que longues (15-20 cm). Dans le profil pédologique (3) qui s'est développé aux dépens de cette couche on distingue un horizon A 2 épais, brun olive clair, meuble, à structure sableuse. La composition granulométrique (4) (fig. 2) y est elle-même fortement sableuse et complétée par un faible taux de limons (9 %). Le sédiment est bien classé (Qd φ = 0,40). Un horizon B (5) ferrugineux, brun vif, à structure feuilletée moyennement développée, de consistance friable, se situe assez profondément en dessous. La limite avec l'horizon sus-jacent est brutale. Par contre on passe graduellement à un horizon C plus argileux (6), parcouru par des bandes de couleur rouille qui s'affaiblissent en profondeur. Le pH (7) voisin de 6 dans les horizons A 2 et B, descend à 5,5 dans l'horizon C.

Malgré son degré d'évolution élevé, le sol décrit ci-dessus est plutôt un sol podzolique qu'un podzol typique, car l'horizon A 2 n'est pas véritablement cendreux (Ph. Duchaufour, p. 266) (8).

Des taches moyennes, assez diffuses, de couleur rougeâtre, sont visibles au sein de A 2 et annoncent un processus de podzolisation (pré-podzol) postérieur au lessivage initial qui a conduit à la formation du sol podzolique.

Couches	Prof. cm	
2		Cailloutis discontinu.
3	140-290	Formation à prédominance argileuse, mais dans laquelle une accumulation des colloïdes, par lessivage, a introduit des variations texturales importantes (9). La limite inférieure, avec la couche 4 est brutale, irrégulière, accentuée par un concrétionnement ferrugineux continu. *Horizon A 2 :* Limon sablo-argileux (10), de couleur grise ; structure polyédrique, moyennement développée ; sédiment peu collant, peu plastique, de consistance très ferme ; pH = 5. *Horizon B textural :* Argile limono-sableuse (11), ocre jaune ; structure prismatique moyenne, assez fortement développée ; « coatings » bruns sur les éléments structuraux ; sédiment peu collant, peu plastique et de consistance très ferme ; pH = 5,45. *Horizon C :* Limon argileux, faiblement sableux (12). Il se caractérise, surtout à la base, par un litage net : alternance de lits rouges et grisâtres, séparés par de minces rubans ferrugineux, peu résistants : pH = 5,10 ; mêmes propriétés d'adhésion et de plasticité que pour les deux horizons supérieurs, mais, ici le sédiment est seulement ferme à l'état humide. En certains endroits, à la base, on observe un contournement en bloc du litage, ce qui semble traduire des phénomènes de glissements sous-aquatiques. La couche 3 s'amincit considérablement vers l'E. Cette lentille, argileuse dans l'ensemble, donne l'impression d'une sédimentation calme, dans un bassin marécageux (13), établi postérieurement au dépôt de la nappe alluviale de 40 m.
4		Visible sur 3 m de hauteur. C'est le niveau des galets et des graviers de 40 m, entrecoupé de puissantes lentilles sableuses, à stratification entrecroisée. Ces dernières sont particulièrement nettes dans

(3) Nous tenons à remercier M. R. Paepe, géologue au Service géologique de Belgique, et M. M. Icole, attaché de Recherche au C.N.R.S., à qui nous sommes redevable d'enseignements pédologiques devant cette coupe (C.T.).

(4) 2-0,050 mm = 87,5 % ; 0,050-0,002 mm = 9,5 % ; inférieurs à 0,002 mm = 3 %.

(5) 2-0,050 mm = 91 % ; 0,050-0,002 mm = 2 % ; inférieurs à 0,002 mm = 9 %.

(6) 2-0,050 mm = 79 % ; 0,050-0,002 mm = 9 % ; inférieurs à 0,002 mm = 12 %.

(7) Mesures effectuées en laboratoire et dans l'eau distillée.

(8) Ph. Duchaufour. Précis de Pédologie. Masson & Cie, éd., Paris, 1960.

(9) Le paléosol présente certains traits du type sol brun lessivé, mais les couleurs sont bien différentes.

(10) 2-0,050 mm = 33 % ; 0,050-0,002 mm = 40 % ; inférieurs à 0,002 mm = 27 %.

(11) 2-0,050 mm = 22 % ; 0,050-0,002 mm = 24 % ; inférieurs à 0,002 mm = 54 %.

(12) 2-0,050 mm = 15 % ; 0,050-0,002 mm = 50 % ; inférieurs à 0,002 mm = 35 %.

(13) Et non dans un bras de méandre de l'Adour au terme de l'édification de la nappe de 40 m : C. Thibault et C. Latouche, 1966, *opus cité*.

Couches Prof. **Couches Prof.**

les fronts de taille des carrières de Sainte-Croix, au NO de Meilhan, où l'on remarque aussi l'existence d'énormes blocs d'argile, vraisemblablement transportés à l'état gelé sur de courtes distances. Parmi les galets, emballés dans une gangue sablo-argileuse brun-rouge (fig. 3) on décompte surtout des quartzites et des grès. Les granites, fortement altérés, y sont très rares.

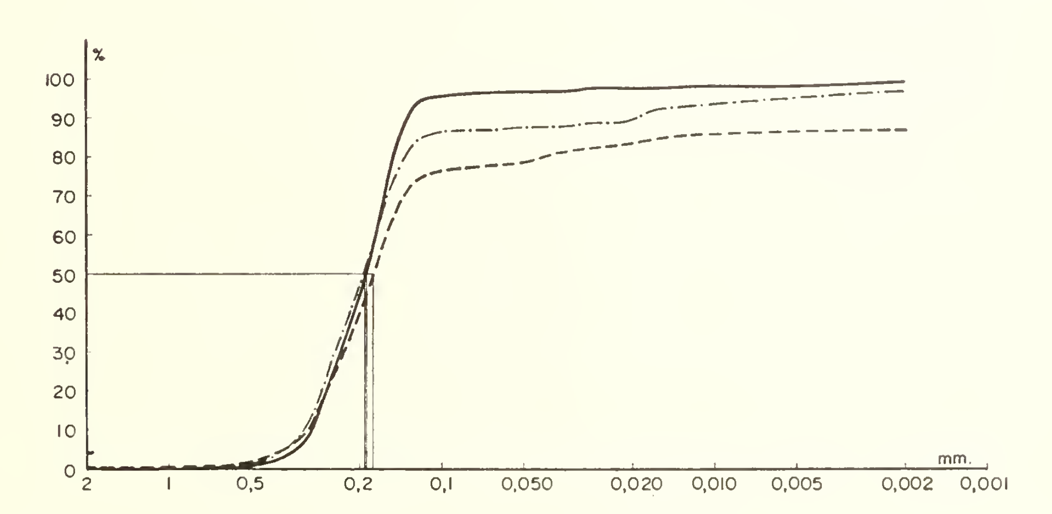


Fig. 2. — Meilhan. Granulométrie. Courbes cumulatives de la couche 1.
.__.__ Horizon A 2.
______ Horizon B.
_ _ _ _ _ Horizon C.

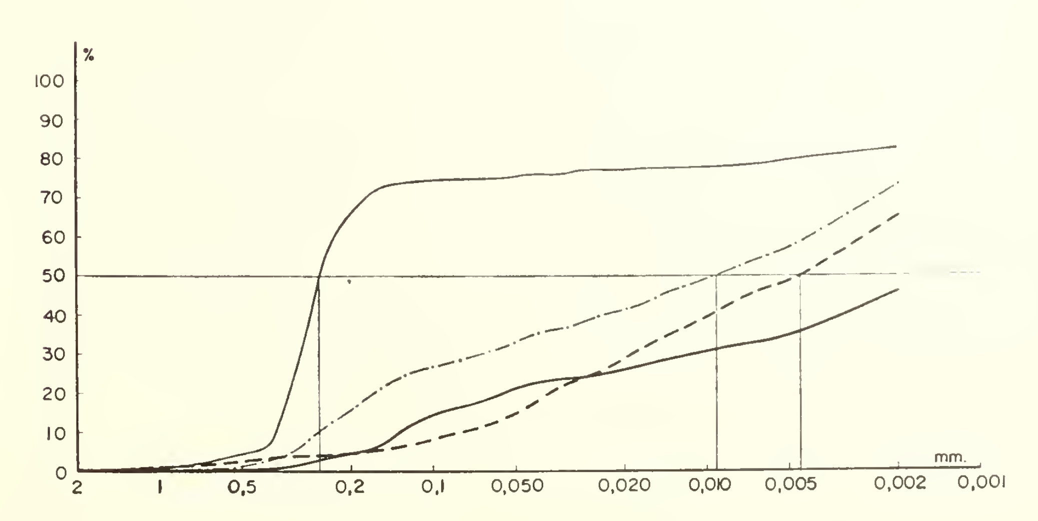


Fig. 3. — Meilhan. Granulométrie. Courbes cumulatives : Couches 3 et 4.
Couche 3 :
.__.__. Horizon A 2.
______ Horizon B textural.
_ _ _ _ Horizon C.
Couche 4 : ______

I. — Observations sédimentologiques.

Un diagramme global (fig. 4), portant sur les fractions inférieures à 2 mm, restitue la répartition des phases granulométriques dans l'ensemble de la coupe. On y perçoit nettement l'importance de l'illuviation à mi-hauteur de la couche 3 (horizon B textural) et le caractère plus argileux, donc lié à des facteurs d'humidité ou de dégel, de la base de la couche 1, immédiatement au-dessus du cailloutis.

L'analyse morphoscopique des grains de quartz de diamètre compris entre 0,5 mm et 0,8 mm (cf. diagramme : fig. 5) fournit des éclaircissements appréciables sur le mode de dépôt. Les grains ronds-mats, façonnés par le vent, apparaissent dès la base de la couche 3 : 56 % de ronds-mats propres, 8 % d'émoussés-mats et 4 % d'irréguliers-mats. En même temps se manifeste, toujours à la base, la seule présence, pour tout le diagramme, de grains non usés (12 %). La proportion des grains ronds-mats typiques, qui se maintient dans l'horizon B textural (64 %), subit une nette diminuation au sommet de la couche 3 : 44 % des grains de 0,5 mm à 0,8 mm. Les marques d'actions éoliennes, dont nous venons de voir qu'elles s'ajoutent à celles d'un faible ruissellement et aux indices d'une sédimentation calme dans la couche 3, redeviennent ensuite largement prépondérantes dans la couche 1.

La composition du cortège argileux a été détaillée dans une précédente étude ([14]). Il convient d'en reprendre rapidement les résultats, en partant des couches inférieures. Dans la matrice du dépôt alluvial, où les diagrammes diffractométriques sont de mauvaise qualité, il y a association de kaolinite

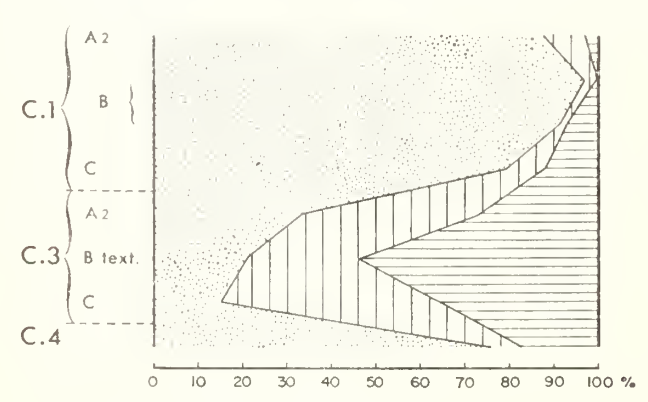


Fig. 4. — Meilhan. Granulométrie. Diagramme global.
Sables. Limons. Argiles.

hydratée, de goethite et de minéraux interstratifiés complexes en faible quantité.

Dans les horizons C et A 2 de la couche 3, on note la prédominance de la kaolinite sur l'illite. Mais ce dernier minéral se fait remarquer par des proportions accrues dans l'horizon illuvial B, sans qu'aucune altération ne l'ait affecté sur toute la hauteur du profil. La pédogenèse qui est responsable de la formation du paléosol semble donc être seulement de nature mécanique.

La couche 1 enfin propose un cortège nouveau constitué par un mélange d'illite et d'interstratifié chlorite-vermiculite.

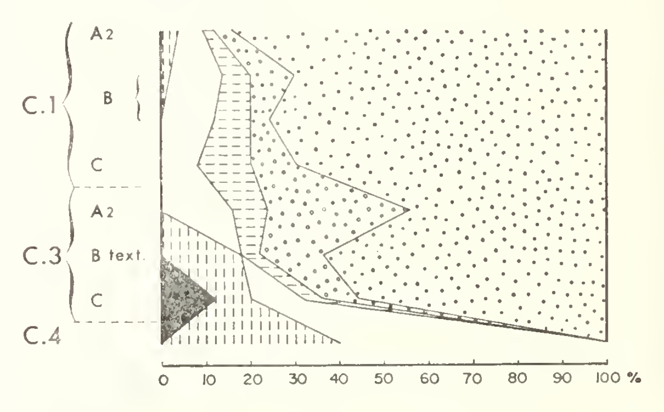
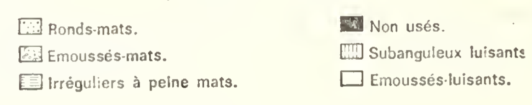


Fig. 5. — Meilhan. Résultats de l'examen morphoscopique des grains de quartz (0,5 à 0,8 mm).



II. — Analyse pollinique.

Afin de mieux suivre l'évolution paléobotanique, nous envisagerons cette analyse à partir des niveaux les plus anciens.

Couche 3.

L'ensemble des niveaux inférieurs et moyens (horizons C et B) révèle une flore dominée par les essences herbacées. Le taux de boisement est bas (8-9 %). Le Pin sylvestre est le seul représentant forestier avec quelques pourcentages de Genévrier. Le grand développement des Graminées et des Composées caractérise la strate herbacée. Il faut également signaler la présence d'éléments steppiques assez nombreux *Ephedra distachya*, *Helianthemum*, *Poterium sanguisorba*.

(14) C. Thibault et C. Latouche, 1966, *opus cité*

Le niveau supérieur (horizon A 2) présente une flore légèrement différente, traduisant une évolution vers un climat plus humide avec apparition d'éléments herbacés hygrophiles et de Cypéracées, en même temps qu'une diminution des Composées et des éléments steppiques.

Ces caractéristiques s'accordent pleinement avec les résultats de l'analyse morphoscopique des grains de quartz, qui indiquent une baisse des influences éoliennes et probablement une amélioration du régime steppique, à la fin du dépôt.

Couche 1.

L'échantillon qui a été prélevé dans l'horizon C, légèrement argileux, de la couche 1, se caractérise par une flore extrêmement pauvre en pollens arbustifs. Le taux de boisement tombe à 2-3 %, composés uniquement de pin sylvestre.

Les Composées tubuliflores dominent largement la strate herbacée (80 %) avec quelques Graminées, Crucifères, Chenopodiacées et des éléments steppiques (*Helianthemum*, *Knautia*, *Campanula*, *Armeria*, *Galium*, *Poterium sanguisorba* et *Ephedra distachya* en pourcentages notables : 4-5 %). Il faut également noter quelques spores de *Selaginella selaginoïdes* et *de Lycopodium selago*, très rare en plaine.

Les flores de la couche 3 représentent un stade très déboisé avec prairies à Graminées et pelouses sèches à Composées et nombreuses Xérophiles et Steppiques. Une phase aussi fortement déboisée avec une flore herbacée pauvre du point de vue du nombre des genres et familles représentés, semble appartenir à une phase stadiaire du Würm. La composition de la flore herbacée (presque uniquement formée de Graminées et de Composées tubuliflores avec de nombreuses Steppiques) rappelle de façon frappante celle des phases froides et sèches, c'est-à-dire du Würm II, du diagramme que nous avons établi pour le gisement de Combe-Grenal en Dordogne [15]. Elle est en tout cas beaucoup plus froide que les différents épisodes du Würm I. En outre elle se distingue, par la composition de sa flore herbacée, des phases steppiques du Riss III rencontrés par nous en Dordogne [15].

L'épisode final du niveau argileux de Meilhan (horizon A 2 de la couche 3), évoluant vers un climat plus humide, correspond à l'amorce d'une oscillation climatique humide et probablement moins froide, présente en plusieurs points du Würm II du diagramme de Dordogne déjà cité.

Quant à la base du dépôt sableux elle offre une flore nettement steppique particulièrement marquée par l'extrême rareté des pollens arbustifs, le développement des Composées tubuliflores et d'*Ephedra distachya*. Ces caractères correspondent à un épisode climatique ne pouvant se situer que dans les phases stadiaires les plus sévères du Würm. En l'état actuel des connaissances dans la même région et dans le cas présent de niveaux isolés, une datation précise est extrêmement délicate. A titre d'hypothèse de travail il n'est pas impossible que cette phase se situe au cours des épisodes extrêmement steppiques du Würm III [16].

---

(15) F. Bordes, H. Laville et M.M. Paquereau. Observations sur le Pleistocène supérieur du gisement de Combe-Grenal (Dordogne). *Société Linéenne de Bordeaux*, séance du 3 décembre 1966.

(16) H. Laville a montré l'importance du thermoclastisme, résultant d'un climat très rigoureux, dans l'Aurignacien typique I du Périgord (début du Würm III). H. Laville. Recherches sédimentologiques sur la paléoclimatologie du Würmien récent en Périgord. *L'Anthropologie*, t. 68, n° 1-2, 1964, p. 1-48, 17 fig. et n° 3-4, 1964, p. 219-252, 8 fig., 1 tabl.

BAS-MAUCO (Landes)

La tranchée de la route nationale 113, entre Saint-Sever et Mont-de-Marsan, entaille la terrasse de 30 m de l'Adour que nous avons évoquée dans notre introduction. La coupe que nous découvrons se situe sur le territoire de la commune de Bas-Mauco (Landes) (1). De haut en bas :

Couches **Prof. cm**

1 — 0- 35 — Sable limoneux (2) (fig. 6), de couleur olive, renfermant de nombreux graviers et petits galets dispersés. Il s'agit très probablement d'une colluvion moderne. Limite inférieure brutale, assez régulière ; structure grumeleuse fine, faiblement développée ; sédiment peu collant, peu plastique, très friable ; pH = 5,6.

2 — 35-120 — Sable limoneux (3) (fig. 6) olive pâle : limite avec la couche 3 brutale ou dis-

Couches **Prof.**

tincte suivant les cas, irrégulière, car elle offre l'image de poches de cryoturbations ; structure grumeleuse à sub-anguleuse au sommet, tendant à devenir grenue vers la base, où le sédiment est plus argileux (4).

Dans l'horizon supérieur le sédiment est assez poreux, peu collant, peu plastique, friable ; pH = 5,55.

Dans l'horizon inférieur on remarque de nombreuses et grandes taches grises à contraste vague, et des taches de mêmes dimensions, jaunes, à contraste distinct et limites plus nettes. Au plus profond des poches on note même des concrétionnements de teinte jaune rouge. Le sédiment est assez poreux, non collant, non plastique, très friable ; pH = 5,45.

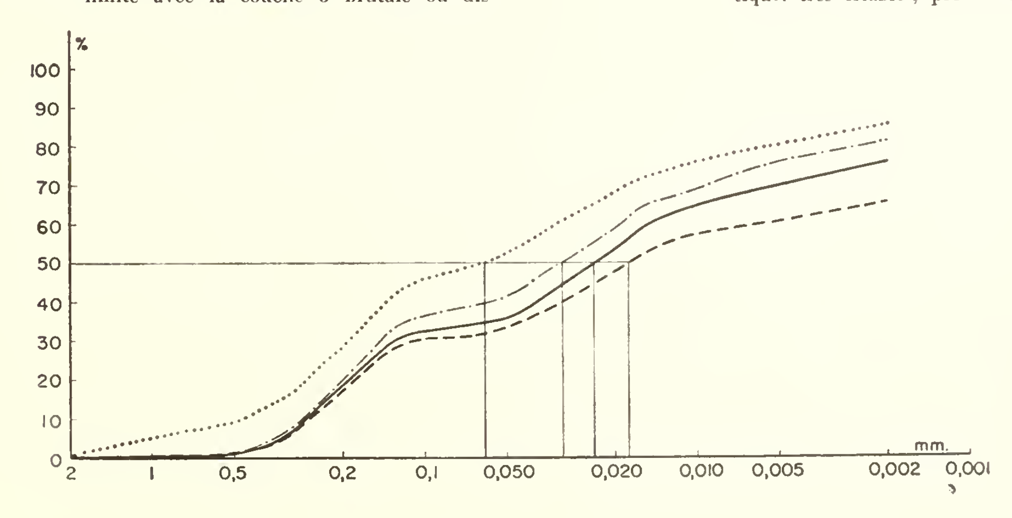


Fig. 6. — Bas-Mauco. Granulométrie. Courbes cumulatives.

.... Couche 1.

._._._. Couche 2 - Horizon supérieur.

——— Couche 2 - Horizon inférieur.

– – – – Couche 3.

---

(1) Coordonnées hectométriques : XP 966 517 : feuille au 1/50 000e : Mont-de-Marsan (XV-42).
(2) 2-0,050 mm = 52 % ; 0,050-0,002 mm = 33 % ; inférieurs à 0,002 mm = 15 %.
(3) 2-0,050 mm = 42 % ; 0,050-0,002 mm = 39 % ; inférieurs à 0,002 mm = 19 %.
(4) 2-0,050 mm = 36 % ; 0,050-0,002 mm = 40 % ; inférieurs à 0,002 mm = 24 %.

Couches Prof.

Ce profil a été sans doute faiblement tronqué et on peut l'interpréter comme celui d'un sol à pseudogley.

3 Nous avons pu dégager cette couche sur une hauteur de 1 m : argile sablo-limoneuse (5), dont la couleur d'origine est délicate à définir. On retient surtout une juxtaposition de taches de teintes diverses :

a) Très nombreuses taches rouge jaune, grandes, en formes de langues, à contraste frappant et à limites nettes et brutales.

b) Taches gris clair, moins abondantes que les précédentes, constituant un réseau discret, à nombreuses branches sub-verticales.

Dans l'ensemble : structure polyédrique moyenne, assez fortement développée : consistance ferme ; sédiment peu collant, peu plastique, friable. La texture est plus argileuse dans les taches gris clair. On distingue également quelques « coatings » bruns sur les éléments structuraux et de rares graviers disséminés.

Il est certain que le profil du paléosol, établi sur la couche 3, a été fortement tronqué et qu'il est encore le siège d'une gleyification prononcée.

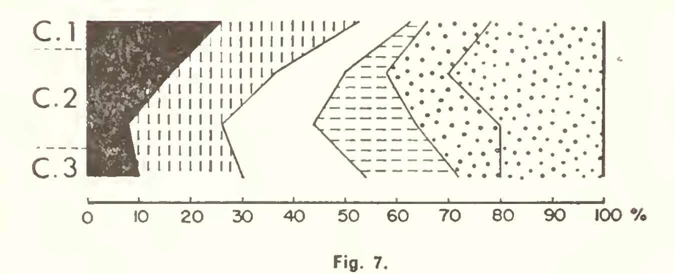


Fig. 7.

Bas-Mauco. Résultats de l'examen morphoscopique des grains de quartz (0,5 à 0,8 mm).

Pour les symboles cf. fig. 5.

I. — Observations sédimentologiques.

Toutes les courbes cumulatives (fig. 6) sont bimodales et présentent par conséquent deux montées, peu redressées, isolées par un palier, et nous fournissent donc la preuve d'une double influence dans le mode de dépôt des couches 2 et 3. L'examen morphoscopique des grains de quartz de 0,5 mm à 0,8 mm en démontre l'égale répartition dans toutes les classes qui ont été retenues (fig. 7). La catégorie des grains non usés ou ayant subi les effets de l'usure fluviatile (sub-anguleux luisants et émoussés-luisants) équivaut à celle des grains plus ou moins dépolis (ronds-mats, émoussés-mats, irréguliers à peine mats). Les deux agents de transport, fluviatile et éolien, semblent donc être responsables de l'apport sableux et il peut en être de même pour la phase limoneuse, dont on remarquera l'importance dans chaque niveau (6).

La couche 3 est plus riche en graviers et, dans une certaine mesure, son pourcentage d'argile est plus fort. Dans le contexte étudié ici, seule cette assise appartient à la nappe alluviale de 30 m, dont on suit facilement les limites du surcreusement au S de la coupe.

L'analyse diffractométrique des argiles, mentionnée plus haut pour les formations de Meilhan, a permis de découvrir dans le paléosol (couche 3) des proportions à peu équivalentes d'illite de type « ouvert » et de kaolinite, et de faibles quantités d'interstratifiés illite-vermiculite. Nous trouvons là les signes apparents d'une altération évidente, que nous n'avions pas reconnus dans le niveau argileux de Meilhan (couche 3) à peine dégradé durant l'interstade possible Würm II-Würm III.

Les sables limoneux sus-jacents sont caractérisés par un cortège dans lequel l'illite et l'interstratifié chlorite-vermiculite se retrouvent en quantités égales et où ils sont associés à de la kaolinite en faible proportion.

II. — Analyse pollinique.

Couche 3.

La flore arbustive de la couche 3 comprend essentiellement le Pin sylvestre et sporadiquement le Genévrier. Le taux de boisement est bas (7-8 % de Pin sylvestre : 1 % de Genévrier).

Les pollens d'Herbacées, très nombreux, sont dominés par les Graminées et les Composées. Parmi

(5) 2-0,050 mm = 33 % ; 0,050-0,002 mm = 32 % ; inférieurs à 0,002 mm = 35 %.

(6) Il est d'ailleurs probable que des apports de solifluxion latéraux ont contribué à mélanger les phases granulométriques d'origines diverses.

ces dernières les types Carduacées et Centaurées sont les plus abondants. On rencontre également différentes Héliophiles dont certains éléments steppiques, tels que : *Helianthemum*, *Knautia*, *Ephedra distachya* et d'assez nombreuses spores de *Selaginella selaginoïdes*.

Il y a, du point de vue palynologique, complète identité entre ce niveau et la couche 3 de Meilhan, et l'on peut par conséquent mettre ces deux formations en parallèle. La terrasse de 30 m de l'Adour pourrait donc être attribuée au Würm II (7).

Couche 2.

Ce niveau est assez riche en pollens arbustifs. Le taux de boisement atteint 35 %. Il faut noter à côté du Pin sylvestre de nombreux pollens de Bouleau (20 % environ) et également quelques pollens de feuillus thermophiles (2-3 %) tels que Noisetier, Aulne, Saule et sporadiquement de Chêne (0,5 %). Un pollen de Pin maritime a également été trouvé ; son aspect très semblable à celui des autres pollens de ce sédiment semble écarter la possibilité d'origine remaniée.

Le flore herbacée comprend de très nombreuses Hygrophiles et d'importants pourcentages d'*Artemisia*. On rencontre également d'assez nombreuses spores de *Lycopodium*, *Polypodium* et *Athyrium*.

Cette flore se rapporte à une phase humide encore assez froide mais évoluant vers des conditions tempérées avec des forêts légères de Pin et de Bouleau, et quelques feuillus. Cet ensemble peut se situer dans une phase d'amélioration du Tardiglaciaire ou à l'extrême début du Post-glaciaire. Les caractères de cette phase avec dominance du Pin, du Bouleau et des Hygrophiles remplaçant les essences des landes froides à *Artemisia* et Heliophiles se parallélisent très bien avec les niveaux inférieurs de la tourbière de campagne, dont nous allons voir plus loin qu'ils se placent à la fin du Tardi-glaciaire, mais ils peuvent aussi appartenir à une amélioration plus ancienne du Würm IV.

Une lacune sédimentaire existerait donc entre le niveau attribuable au Würm II (couche 3) et celui (couche 2) dont la flore témoigne de caractéristiques du stade würmien IV. Cette lacune dépend soit d'une forte érosion datant du début du Würm IV, soit d'une absence de dépôt en ce point durant le Würm III. Cette dernière hypothèse conviendrait mieux aux conclusions exprimées au sujet de la dégradation très marquée des illites dans la couche 2, dégradation dont nous recherchions précédemment les causes dans les actions climatologiques d'un interstade supplémentaire (Würm III-Würm IV) (8).

---

(7) J. Blayac signale la découverte (*cf.* V. Raulin. Notes géologiques sur l'Aquitaine, 1859, p. 398) de restes d'*Elephas primigenius* dans la terrasse de 40 à 70 m de l'Adour aux environs de Mont-de-Marsan. J. Blayac. Les Sables des Landes dans leurs relations avec les terrasses de l'Adour. Contribution à l'étude de leur origine et de leur âge. *C.R. Ac. Sc.*, t. 158, 1914, p. 1937-1939.

(8) C. Thibault et C. Latouche, 1966, *opus cité*.

TOURBIÈRE DE CAMPAGNE (Landes)

Des séries de sondages, à la sonde de Hiller, ont été pratiquées dans des cuvettes marécageuses de la région de Meilhan et de Campagne. Le plus souvent nous n'avons rencontré qu'une faible épaisseur de tourbe (1 m maximum) se rapportant aux phases finales du Post-glaciaire ou à la période historique. Seuls les sondages de Campagne présentent un réel intérêt. Ils concernent 2,20 m de tourbe et de sable argileux et tourbeux. L'analyse pollinique de cet ensemble a permis d'établir une zonation climatique et une datation de ce dépôt.

La zone basse, mal drainée, où s'est développée la tourbière, est située dans l'évidement de la surface dunaire, près du hameau de « Domingue » (1).

Sur la pente Est de la dune s'est installé un podzol ferrugineux qui, en bas de pente, passe à un podzol humo-ferrugineux, puis à la tourbe dans la dépression. La base de la tourbe repose sur un sable légèrement argileux, qui n'est que le remaniement indubitable du sable éolien (2) (fig. 8), et où l'on reconnaît quelque lits de gravillons et de graviers.

La naissance de la tourbière se place donc postérieurement à l'invasion des sables dunaires et à leur remaniement fluviatile.

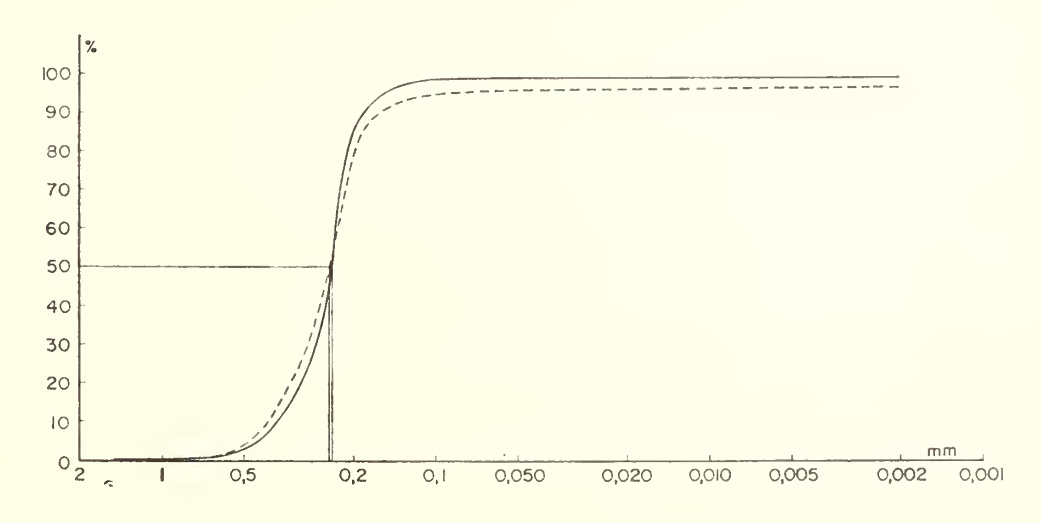


Fig. 8. — Campagne. Granulométrie. Courbes cumulatives.
______ Sable éolien en place.
_ _ _ _ Sable éolien remanié.

---

(1) Coordonnées hectométriques : XP 895 608 ; feuille au 1/50 000ᵉ : Mont-de-Marsan (XV-42).

(2) 90 % des quartz compris entre 0,5 et 0,8 mm sont des grains ronds-mats propres.

I. — Niveaux 220 à 200 cm.

I a. — (220 à 210 cm).
Dominance du Pin sylvestre (avec probablement quelques pourcentages de *Pinus montana*) ; quelques pourcentages de Bouleau et de Noisetier ; aucuns feuillus thermophiles. Taux de boisement = 30 %. Herbacées largement dominées par les Graminées, les Cypéracées et les Héliophiles (Artémisiées, Urticacées, Crucifères), parmi lesquelles des Steppiques : *Helianthemum*, *Ephedra distachya*.

I b. — (210 à 200 cm).
Dominance du Bouleau, apparition de quelques feuillus thermophiles, l'Aulne et le Chêne ; début de développement du Noisetier. Taux de boisement remontant à 39-40 %. Herbacées caractérisées par le grand développement des Cypéracées et des Hygrophiles ; les Heliophiles sont en régression.

L'ensemble de la zone I correspond à un flore de lande sèche à Graminées et Heliophiles ; quelques Steppiques sont présentes (*Helianthemum*, *Ephedra distachya*) avec quelques bosquets de Pin sylvestre. La fin de cette zone (Ib) avec dominance du Bouleau et apparition des Thermophiles évoque une amélioration climatique entraînant le développement des essences pionnières (Bouleau et Noisetier).

Le sédiment, dans ces niveaux, est un sable tourbeux assez pauvre en pollens. Dans la deuxième partie le développement des Hygrophiles suggère l'évolution d'une dépression humide en marais-roselière avec de nombreuses essences semi-aquatiques.

II. — Niveaux 200 à 100 cm

II a. — (200 à 160 cm).
Recul marqué du Bouleau. Retour du Pin sylvestre et développement très rapide des Feuillus : Chêne, Tilleul et Orme, Aulne, Noisetier. Taux de boisement : 45 %. Nombreuses Hygrophiles ; apparition des premières spores de *Sphagnum* et de Polypodiacées.

II b. — (160 à 120 cm).
Développement important du Noisetier, Chênaie-mixte en évolution constante (la courbe de l'Orme et du Tilleul devient continue), avec apparition de quelques pollens d'*Hedera helix*.
Pin sylvestre en régression ; apparition du Pin maritime, sporadiquement. Taux de boisement : 55 %.
Nombreuses herbacées hygrophiles ; apparition de quelques Ericales et Rosacées ; augmentation du nombre des spores de *Sphagnum* et de Polypodiacées.

II c. — (120 à 100 cm).
Régression du Noisetier ; Chênaie-mixte très bien développée ; légère augmentation des pollens de Pin. Taux de boisement atteignant 65-70 %.
Diminution des herbacées hygrophiles et développement des Ericales.

Les niveaux de la zone II traduisent une augmentation progressive de l'amélioration thermique dans des conditions d'humidité très marquées. Le sédiment est devenu nettement tourbeux, le marécage est colonisé par les Sphaignes.

La sous-zone II c représente une variation plus sèche, la grande diminution des Hygrophiles suggérant un abaissement du niveau de l'eau ou même un assèchement du marécage. Le sédiment devient plus dur et plus compact. Il est possible qu'un arrêt de tourbification se soit produit à ce moment. Le diagramme semble présenter un certain hiatus en ce point.

III. — Niveaux 100 à 50 cm.

Maximum de la Chênaie-mixte ; Aulne plus développé devenant assez abondant au cours de cette zone. Noisetier assez peu représenté ; Pin sylvestre en régression ; présence d'*Hedera helix* et de *Rhamnus frangula* à tous les niveaux. Taux de boisement élevé : 85 %.

Herbacées hygrophiles nombreuses, ainsi que les Cypéracées ; Heliophiles peu nombreuses. Nombreuses spores de Polypodiacées et de *Sphagnum*.

Les conditions nettement tempérées et humides de cette zone amènent une reprise de la tourbification.

Le niveau de l'eau s'élève dans la tourbière ainsi que le prouvent de nombreuses espèces aquatiques et semi-aquatiques.

Un important hiatus se situe au-dessus de cette zone. En effet les niveaux suivants (zone IV) sont très récents.

IV. — Niveaux 50 à 0 cm.

Chênaie-mixte en régression (Orme et Tilleul sporadiques). Aulne abondant. Pin maritime en progression ; Pin sylvestre pratiquement nul.

Au niveau 45 cm une phase de déboisement semble se situer avec augmentation très fugace du pollen de Pin, des Héliophiles et des spores de Fougères.

Cette phase est immédiatement suivie par une pointe du Bouleau et du Noisetier repeuplant les espaces déboisés.

Les derniers centimètres montrent une flore essentiellement constituée par le Pin maritime, le Bouleau, de nombreuses Graminées, Héliophiles et également des Ericales et spores de *Pteridium aquilinum*.

Dans toute la zone IV on rencontre des pollens de céréales (en particulier *Zea*) et de Noyer.

La flore de cette zone semble refléter l'établissement progressif des conditions actuelles de dépression humide à Cypéracées, entourée de landes à Graminées, Heliophiles, Fougères et Ericales, avec bois de Pin maritime et parfois quelques Bouleaux ou Aulnes.

Datation des différentes zones.

La base du diagramme (zone I) semble se situer à la fin du Tardi-glaciaire. Le maximum du Bouleau de la zone I b pourrait représenter l'oscillation thermique d'Alleröd ; mais on ne retrouve pas dans le diagramme le retour des conditions froides et sèches du Dryas récent qui lui fait normalement suite. Cette phase est bien indiquée dans les tourbières des environs de Biarritz et du piémont pyrénéen (3). La phase suivante (zone II) étant marquée par le recul du Bouleau et le développement progressif des feuillus thermophiles, ne peut correspondre au Dryas récent. Il semble bien que nous ayons ici la fin du Dryas récent dans la zone I a et simplement une phase de transition avec le Post-glaciaire en zone I b.

Les niveaux de la zone II correspondent à la phase boréale, phase initiale du Post-glaciaire. La zone II c représente une variation plus sèche se situant très bien à la fin de la phase boréale ou à la limite boréo-atlantique, en concordance avec ce que nous avons déjà observé dans les tourbières de Gironde et du Pays Basque (4).

La zone suivante (III) correspond à la phase atlantique, avec retour de conditions aussi favorables mais plus humides.

Les niveaux terminaux (IV) se situent par l'ensemble de leurs caractères à la dernière phase du Post-glaciaire, la phase sub-atlantique. Il apparaît donc que la phase sub-boréale et probablement la fin de la phase atlantique, manquent dans le diagramme. Nous avons vu qu'un certain hiatus peut également exister au Boréo-atlantique par assèchement de la tourbière.

Les traits généraux des zones climatiques concordent bien avec les résultats déjà obtenus dans le Sud-Ouest de la France : en particulier l'existence d'une phase plus sèche au Boréo-atlantique ainsi que la présence d'éléments thermophiles méditerranéens très tôt dans le Post-glaciaire (par exemple *Quercus ilex, Pinus maritima, Erica vagans, Dabaecia cantabrica, Vitis...*).

Il faut également noter que les niveaux de base argileux reposent sur le sable des Landes remanié. Ces niveaux se situent vers la fin du Dryas récent ; ceci implique donc que le sable des Landes sous-jacent était en place à ce moment-là, donc nettement avant le début du Post-glaciaire.

---

(3) F. Oldfield. The full and late-glacial period in South-West France. *Proc. linn. Soc.* London, t. 172, 1961, p. 49-53. M.M. Paquereau et P. Barrère. Palynologie et Morphologie quaternaires dans les environs d'Arudy. *Ve Congrès Intern. d'Etudes pyrénéennes*, Pau, 1963, p. 18-25, 1 fig.

(4) M.M. Paquereau et P. Barrère, 1963, *op. cit.*
M.M. Paquereau. Flore et climats post-glaciaires en Gironde. *Actes Soc. linn. Bordeaux.* 1 vol., 156 p., 4 fig., 16 pl.

CONCLUSIONS

La frange méridionale des sables des Landes de Gascogne gagne dans le Marsan les terrasses alluviales de l'Adour. Sur cette marche à prédominance forestière, qui isole les Grandes Landes de la Chalosse, les actions du vent se manifestent déjà par la présence d'une phase sableuse éolisée, dans des sédiments argileux dont l'étude des pollens démontre l'appartenance probable au Würm II.

A Meilhan la sédimentation s'effectue, durant ce stade glaciaire, dans un bassin marécageux restreint, évidé dans la nappe des galets de 40 m [1]. Mais la poussée des sables est encore insuffisante pour étouffer le relief, en colmater les creux. Néanmoins les conditions climatiques steppiques s'imposent et provoquent la prolifération d'espèces herbacées, Graminées et Composées surtout.

Pendant le même stade du Würm, caractérisé par une régression de la flore arbustive, l'Adour construit sa terrasse de 30 m.

Dans le paléosol Würm II-Würm III, à Meilhan, l'illite n'a subi aucun dommage, soit que le climat ait été peu dégradant, soit qu'un asséchement tardif ait limité, à cet endroit, l'importance des manifestations interstadiaires.

Le niveau de Bas-Mauco daté du Würm II, dépourvu d'une couche protectrice au Würm III, sera, par contre, intensément altéré au cours de deux épisodes interstadiaires.

Il semble donc que ce soit au Würm III qu'une offensive plus soutenue des sables éoliens feutre le paysage d'un revêtement quasi continu. Les conditions sont toujours aussi froides et sèches, comme en témoigne le spectre pollinique.

Ces sables fins portent un sol podzolique, dont l'évolution a pu s'accentuer sous les influences humides du Post-glaciaire, à partir d'un sol interstadiaire (Würm III-Würm IV), qui pourrait n'avoir été qu'un sol lessivé.

Au Würm IV le manteau de dunes continentales empâte définitivement le modelé antérieur, recouvre la plaine landaise et ses abords [2].

Sur les pentes des dunes aplaties s'établissent alors des chaînes de sols qui, du podzol ferrugineux, aboutissent à la tourbe dans les zones les plus basses, en passant par le podzol humo-ferrugineux.

La tourbière de Campagne prend naissance dès la fin du Tardi-galciaire, postérieurement au remaniement des sables dunaires. Elle connaîtra un asséchement notable à la limite boréo-atlantique, mais l'ensemble de ses niveaux atteste, durant tout le post-glaciaire, l'existence d'un couvert végétal environnant constant et diversifié, qui a contribué très tôt à la fixation des sables.

---

(1) En considération des connaissances actuelles portant sur cette région nous n'avons aucune raison de situer le dépôt de cette terrasse de l'Adour au-delà du Würm I.

(2) Nous étions arrivés aux mêmes conclusions en partant de données archéologiques. C. Thibault. A propos de la pointe à cran solutréenne de Sabres (Landes) et des sables des Landes de Gascogne. *L'Anthropologie*, t. 69, 1965, p. 377-380 1 fig.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 31 MAI 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 2e trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 12

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

UNE NOUVELLE COUPE DANS LES FORMATIONS DE FACIÉS AQUITANIEN EN GIRONDE

J. ALVINERIE et M. RINGEADE

Laboratoire de Géologie
Faculté des Sciences de Bordeaux

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 12

ACTES DE LA SOCIETE LINNEENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 2 JUILLET 1966

Une nouvelle coupe dans les formations de faciés Aquitanien en Gironde

par Jacques ALVINERIE et Michel RINGEADE

Laboratoire de Géologie
Faculté des Sciences de Bordeaux

Dès le milieu du siècle dernier, les géologues qui avaient exploré la région de Grignols avaient remarqué la richesse et la diversité des affleurements de dépôts miocènes. Cependant les variations latérales de faciès y étant très rapides et la puissance des différents dépôts restant souvent très faible, il a toujours été délicat d'établir des corrélations d'ordre stratigraphique.

Cette région est particulièrement intéressante par sa situation privilégiée au point de vue géologique et ce pour deux raisons essentielles : d'une part, parce qu'elle se trouve placée entre le Bordelais (dans lequel ont été pris les stratotypes de l'Aquitanien et du Burdigalien) et l'Agenais où se rencontrent de puissantes formations continentales oligo-miocènes ; d'autre part, parce que Grignols est situé dans une zone de bordure de la mer Aquitanienne, zone dans laquelle apparaissent les variations plus ou moins rapides des différents dépôts en relation avec les limites paléographiques de cette mer.

Différents auteurs ont publié les résultats de leurs investigations et donné des descriptions de nombreuses coupes ; il y a lieu de citer parmi les plus importants travaux, ceux de LINDER, DESGRANGE-TOUZIN et REPELIN qui ont eu le mérite de mettre en évidence la variété des dépôts aquitaniens (4), (5), (6).

Depuis ces travaux, les affleurements ont le plus souvent disparu, recouverts par la végétation et il est pratiquement impossible d'étudier à nouveau les coupes anciennement reconnues. L'examen des déblais des forages ayant traversé les formations miocènes a permis, par ailleurs, d'établir des coupes verticales complètes des dépôts (1), (3) ; ces dernières études ont été plus particulièrement orientées sur la

microfaune et la sédimentologie et ont eu l'avantage de permettre la mise en place des différentes coupes dans le cadre d'une même succession verticale.

Il nous a paru utile de signaler l'existence d'une succession mise récemment à découvert illustrant remarquablement les caractéristiques paléographiques régionales concernant le Miocène et riche de données nouvelles sur le plan local

Cette nouvelle coupe est située à environ 6,5 km au NNE de Grignols, près du lieu-dit « Pinsons » ($x = 412,5$; $y = 237,5$; $z = 125$) sur les bords de la route départementale n° 11 reliant Grignols à Cocumont.

Des glissements de terrain s'étant produits sous cette route, sur une centaine de mètres environ, des travaux ont été entrepris pour établir un nouveau tracé sur le même flanc de la colline mais à une côte légèrement supérieure. Ce sont ces travaux qui ont dégagé sur plusieurs dizaines de mètres de longueur, la coupe considérée. En raccordant les formations ainsi mises à découvert à celles situées en contrebas sur le talus de l'ancienne route, il est possible d'obtenir une succession complète des dépôts « aquitaniens » en cet endroit. En effet, les glissements de terrain sont dus, très probablement, aux niveaux argileux et mollassiques « oligo-miocènes » constituant le soubassement de l'ancien tracé (que l'on trouve plus au Nord sous les calcaires marins du Château d'Auros et également à Gans, Aillas...).

La coupe complète et détaillée est représentée dans la figure ci-contre. La succession est telle qu'on peut la reconnaître sur le terrain, c'est-à-dire séparée en 2 coupes A et B : la coupe A se trouvant sur l'ancien tracé, la coupe B sur le nouveau.

De plus, il a paru intéressant de préciser l'existence d'une partie commune aux 2 coupes ainsi que les portions relatives appartenant aux phases marines et lacustres (l'échelle choisie pour les hauteurs est le 1/40e). Les épaisseurs des couches ont été respectées, mais il convient de rappeler que, pour chacune des couches, les variations latérales de ces épaisseurs sont très rapides.

Les différentes phases sédimentaires aquitaniennes reconnues par les travaux antérieurs sont donc mises en évidence ici de façon particulièrement nette.

C'est ainsi que, faisant suite aux formations fluvio-continentales de la période transitoire oligo-miocène recouvrant le « calcaire à astéries » les premiers dépôts-témoins de la présence de la mer aquitanienne, se superposent en montrant des variations verticales lithologiques très rapides : calcaires fossilifères compacts, argiles à huîtres ou passées molassiques, etc...

Le passage aux dépôts lacustres est hésitant avec des récurrences marines. Il apparaît, à la base de la phase lacustre, des fluctuations très rapides concrétisées par une alternance de micro-dépôts alternativement saumâtres et lacustres. Ensuite, un ensemble de sédiments lacustres lithologiquement très diversifiés apparaît témoignant de variations dans les conditions physico-chimiques de dépôts. Dans ces formations, se manifeste le seul dépôt d'argile à sépiolite connu à ce jour dans le miocène aquitain. Ce niveau également présent dans d'autres coupes peut être considéré comme un repère autorisant l'établissement des corrélations stratigraphiques précises (2) dans le Miocène inférieur de la région de Grignols.

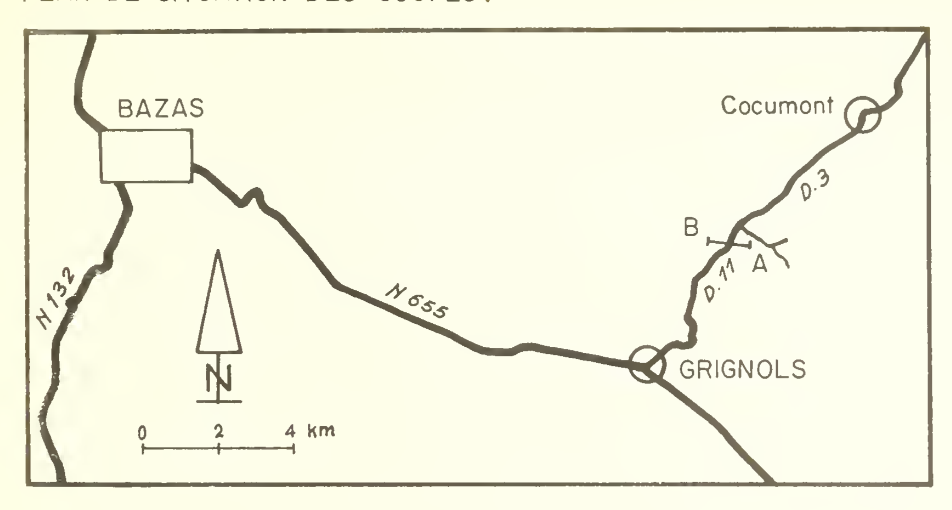
D'autre part, il y a lieu de remarquer l'absence totale d'apports détritiques quartzeux dans les dépôts lacustres.

Au milieu de ces dépôts lacustres, s'observe une mince intercalation d'argiles à huîtres qui témoigne d'une brève incursion marine.

Cette couche reconnue ailleurs avait été déjà signalée par les anciens auteurs. Sa présence, donc incontestable, indique la proximité du rivage de la mer aquitanienne à cette époque. Cette intercalation voit son épaisseur augmenter plus à l'Ouest et sa position stratigraphique comme celle des couches qui l'encadrent a été très controversée.

Les niveaux lacustres sont surmontés de la formation assez puissante du calcaire gris dit « de l'Agenais ». Ce calcaire dont la cassure a une odeur fétide, est directement raviné par les dépôts de la

PLAN DE SITUATION DES COUPES.



W

E

DISPOSITION DES AFFLEUREMENTS

MARIN

LACUSTRE

MARIN

Partie commune à A et B

Coupe B

Coupe A

1 m.

D 11
Nouveau tracé

D 11
Ancien tracé

COUPE "A"

Partie commune à A et B

1 m.

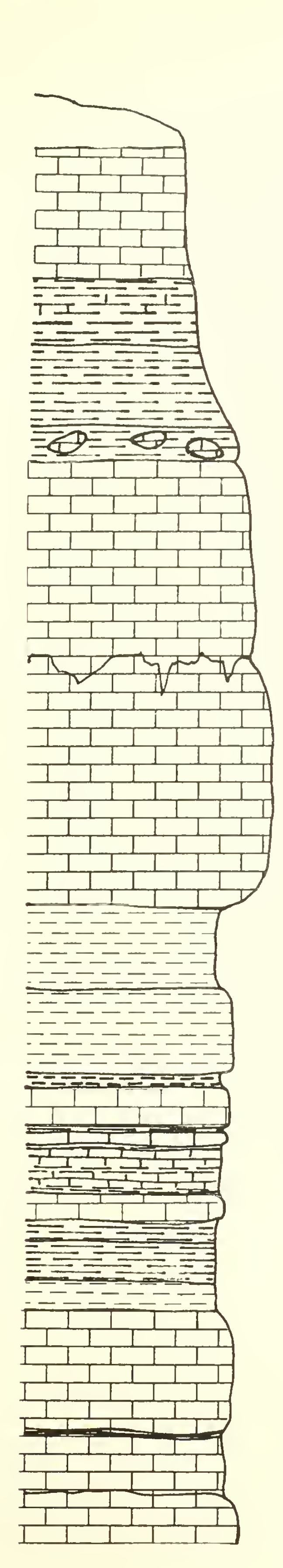
LACUSTRE

Calcaire jaunâtre à surface mamelonnée
Argile verdâtre à petites huitres
Argile brunâtre à Planorbes
Marne gris-blanchâtre
Calcaire lacustre blanc
Horizon argilo-ligniteux brunâtre
Calcaire lacustre jaunâtre

MARIN

Calcaire marin blanchâtre fossilifère
Argile brune
Marno-calcaire gréseux fossilifere
Calcaire sableux très pulvérulent à petites huitres
Calcaire lité faiblement gréseux
Calcaire sableux très pulvérulent à petites huitres
Calcaire gréseux blanchâtre très fossilifère
Molasse sableuse brun jaunâtre
Calcaire gréseux beige clair fossilifère
Marne beige à Ostrea aginensis
Calcaire dur blanc
Calcaire fossilifère jaunâtre avec à la base des passées de "calcaire lithographique" verdâtre azoïque
Calcaire compact blanc à macrofaune
Marne argileuse verte et jaune

COUPE "B"


Calcaire altéré
Argile à passées calcaires
Argile bariolée verte et orange à huitre
Galets calcaires enrabés dans de l'argile brune
Calcaire jaunâtre marin ravinant le calcaire gris
Calcaire lacustre gris fétide à tubulure
Marne grise
Calcaire et marne beige
Marne ligniteuse grise
Calcaire campact
Joint argileux
Calcaire compact beige
Cauches de calcaire concrétianné, enrabé dans des lits d'argile très minces
Calcaire jaunâtre à surface mamelannée
Argile verdâtre à petites huitres
Argile brunâtre à Planarbes
Marne gris_blanchâtre
Calcaire lacustre blanc
Harizan argila_ligniteux brunâtre
Calcaire lacustre jaunâtre
Calcaire marin blanchâtre fossilifère
1 m
Partie commune à A et B
MARIN
LACUSTRE
MARIN

dernière transgression marine qui reste importante dans la région. Il s'agit d'un calcaire marin assez épais (1 m de puissance) se terminant par un niveau de galets calcaires. Au-dessus, se trouve 1 mètre, environ, d'argiles à rares huîtres surmontées par d'autres niveaux de calcaire marin plus ou moins décomposé.

En conclusion, les trois phases sédimentaires essentielles : marine inférieure, lacustre médiane et marine supérieure, mises en évidence par les études antérieures axées principalement sur les forages, sont bien représentées dans cette coupe.

Cette dernière a donc le grand intérêt de présenter une succession verticale, continue et détaillée de ces trois phases. Il apparaît clairement une superposition de dépôts très différents aux points de vue lithologique et minéralogique au sein de chacune des phases, de même qu'une évolution rapide des conditions ayant présidé à l'élaboration de ces dépôts.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1. Alvinerie (J.), 1961. — Etude sédimentologique du Néogène du Bazadais. Thèse 3e cycle Ens. Sup. Bordeaux (ronéotypée), 78 p., 9 pl., 20 tabl.

2. Alvinerie (J.), Latouche (Cl.), 1965. — Présence de sépiolite dans certains dépôts lacustres du Miocène inférieur du Bassin d'Aquitaine. C. R. Somm. S.G.F. 8 nov. 1965, p. 267-268.

3. Caralp (M.), 1959. — Le sous-sol du Bazadais. Etude micropaléontologique et stratigraphique. Thèse 3e cycle Ens. Sup. Bordeaux (ronéotypée), 247 p., 14 pl.

4. Degrange-Touzin, 1888. — Notes géologiques sur le Bazadais. Actes Soc. Linn. Bordeaux, vol. XLII, 5e sér., t. II, p. 88-92.

5. Linder, 1869. — Des dépôts lacustres du vallon de Saucats. Actes Soc. Linn. Bordeaux, vol. XXVII, p. 411-525.

6 Repelin, 1909. — *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 126, t. 20, campagne 1909, p. 111-114, 1 fig.

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 31 MARS 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 1er trimestre 1967

TOME 103 1966 Série B - N° 13

ACTES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

UN HABITAT EN FOND DE GROTTE A L'AGE DU BRONZE ET AU MAGDALÉNIEN : LA GROTTE DE LA BERGERIE, A CANIAC (LOT)

M.-R. SÉRONIE-VIVIEN et C. BENSCH

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 103 1966 SÉRIE B - N° 13

ACTES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE BORDEAUX

SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1966

Un habitat en fond de grotte à l'Age du Bronze et au Magdalénien : La grotte de la Bergerie à Caniac (Lot)

par M.-R. SÉRONIE-VIVIEN et C. BENSCH

La grotte de la Bergerie des Quatre Chemins à Caniac est une cavité de 55 m de longueur (fig. 1) qui contient, dans sa partie profonde, un habitat préhistorique complexe. Ce gisement fut découvert en 1957 par MM. CAPDEGELLE et SÉRONIE-VIVIEN, de la Société spéléologique et préhistorique de Bordeaux. Il a fait, depuis 1962, l'objet d'une série de campagnes de fouille conduites par une équipe de cette Société. Cette caverne s'ouvre sur la propriété de M. Do qui nous a toujours donné toute facilité et que nous tenons à remercier. L'étude d'ensemble est assurée par M. M.-R. SÉRONIE-VIVIEN, M. C. BENSCH ayant pris en charge l'étude des restes ostéologiques.

Bien que des traces d'occupation aient été trouvées disséminées sur presque toute l'étendue de cette grotte, l'essentiel des travaux a porté sur la partie terminale de la caverne, là où semblaient avoir existé des conditions particulières d'habitat. Ce sont les résultats de ces recherches qui vont être exposés. Un résumé stratigraphique situera d'abord le problème dans le temps ; la présentation des conditions de gisements constituera ensuite la seconde partie de cette note.

I. - STRATIGRAPHIE

Dès le premier sondage il a été possible d'établir une stratigraphie détaillée qui, ensuite, a pu être suivie sur la plus grande partie de la zone fouillée. Huit niveaux ont été individualisés (fig. 2) ; ils se groupent en trois ensembles homogènes, à savoir :

—Un ensemble holocène, peu épais, constitué par les couches 1 à 5 et contenant les débris d'une occupation datant de l'Age du Bronze ;

— Un ensemble wurmien tardif, formé des couches 6 et 7 et qui correspond à un niveau archéologique magdalénien ;

— Un remplissage antérieur, couche 8, à faune de carnivores obscuricoles.

Le détail de l'analyse stratigraphique devant être publié indépendamment, seuls les caractères généraux seront présentés ici.

I. — Les niveaux holocènes.

La surface actuelle du sol est formée d'une assise extrêmement mince d'argile rouge (couche 1). En dessous, se sont déposés des niveaux argileux noirâtres, contenant souvent un cailloutis, de taille moyenne, formé de blocs à bords émoussés. On y observe localement, les intercalations d'un niveau blanchâtre qui correspond à des lentilles de cendres. Dans les parties de la fouille où ces lentilles existent, on a subdivisé cet ensemble, par ailleurs homogène et synchrone, en trois niveaux : couche 2, au-dessus des cendres ; couche 3, lentilles blanches ; couche 4, en dessous des cendres. Sous ces niveaux, on rencontre le plus souvent les couches ocreuses à cailloutis du Würm ; cependant, dans la zone où nous avions commencé nos travaux, ces couches reposaient sur un revêtement stalagmitique dont nous avons fait notre couche 5. Ce plancher de calcite n'a pu être suivi que sur une surface très réduite.

L'épaisseur des niveaux 1 à 4 n'excède qu'exceptionnellement 50 centimètres ; elle oscille généralement entre 10 et 20 centimètres.

Le matériel archéologique recueilli est abondant. Les débris céramiques prédominent. On peut distinguer :

— Une céramique épaisse, décorée de cordons en relief, unis ou à impressions, ayant souvent comme moyen de préhension des anses à boudin horizontales ;

— Une céramique fine, grise, noire ou brune, bien lissée, unie ou à décor en chevrons par impressions. Outre des boutons et des oreilles, les anses en ruban sont le moyen de préhension le plus commun. Certaines de ces anses sont décorées et rappellent la céramique des tumulus armoricains.

L'industrie de l'os est représentée par un poinçon et un poignard façonnés à partir de cubitus et d'une pointe de flèche à pédoncule et ailerons.

Les débris métalliques se limitent à deux plaquettes de bronze (non analysées) dont l'une est ornée de ponctuations faites au repoussé, tandis que l'autre est bordée de fines perforations.

La faune recueillie a été partiellement étudiée. Un inventaire provisoire indique, outre une forte proportion de lagomorphes (40 %), une nette prédominance des espèces domestiques (31 %) sur les animaux sauvages (11 %). Le décompte détaillé est le suivant :

Espèces domestiques :

Bœuf : 14 % ; mouton : 12 % ; cheval : 3 % ; âne : 1 % ; chien : 1 %.

Espèces sauvages :

Cerf élaphe : 8 % ; loup : 2 % ; renard : 1 %.

Les porcs n'ayant pas encore été distingués des sangliers, les suidés (16 %) n'ont été compris ni dans l'une ni dans l'autre de ces catégories.

Au vu des documents recueillis nous attribuons ce moment d'occupation à l'Age du bronze, probablement à la fin du Bronze Ancien ou au début du Bronze Moyen, c'est-à-dire vers le milieu du IIe millénaire avant J.-C.

II. — Les couches paléolithiques

Il s'agit d'une unité sédimentaire composée d'une assise d'argile sableuse ocre contenant un cailloutis de blocs calcaires anguleux. L'épaisseur de cet ensemble varie de quelques centimètres à 70 cm, la valeur moyenne étant de l'ordre de 50 cm. On a subdivisé ce niveau en deux couches (6 et 7) en fonction de l'apparition de débris charbonneux et de fragments d'os brûlés qui matérialise la phase d'occupation et qui se localise au milieu de l'ensemble (sommet de la couche 7).

Il a été recueilli un matériel archéologique assez pauvre. L'industrie lithique n'est représentée que par 24 pièces : 3 grattoirs, 6 burins, 3 lames retouchées, 10 lamelles à dos, une pointe à cran atypique et une autre pointe.

L'industrie osseuse est relativement plus abondante : deux aiguilles à chas, cinq pointes de sagaie, dont une de 18 cm de long, et un lissoir type

« coupe-papier ». En outre, de nombreux éléments de parure ont été trouvés, à savoir : 20 incisives percées, 45 autres incisives de renne non percées, 26 tests de dentales dont certains étaient emboîtés intentionnellement.

La faune comprend surtout des cervidés (renne 49 %, cerf élaphe 10 %), quelques bouquetins (2 %), bovidés (2 %), équidés (1 %), ainsi que des lagomorphes (19 %), des carnivores (mustela 6 %, renard 3 %, hyène 2 %, loup 1 %) et des oiseaux (5 %).

Malgré leur relative pauvreté, on peut attribuer ces couches au Paléolithique supérieur, très probablement au Magdalénien supérieur.

III. — Le remplissage pleistocène.

On trouve, dans les niveaux magdaléniens, une puissante formation d'argile rouge, légèrement sableuse, dépourvue d'éléments clastiques grossiers. Un sondage, poussé jusqu'à 355 cm a traversé le même terrain et s'est alors arrêté sur une dalle calcaire qui représente peut-être le sol rocheux de la grotte.

Cette argile ne contient pas de traces d'occupation humaine. On y trouve, par contre, une riche faune de carnassiers troglophiles (lion des cavernes, ours, hyène, loup, renard) dans sa partie sommitale exclusivement.

II. - LES CONDITIONS DE GISEMENTS

Le collationnement de toutes les informations recueillies pendant les fouilles : topographie des anciens sols, épaisseur et morphologie des niveaux archéologiques, distribution de l'outillage, etc., nous a permis de définir quelques-unes des caractéristiques des deux phases d'occupation préhistorique que ce fond de grotte a connues.

I. — L'habitat de l'Age du Bronze.

La carte de la partie fouillée de la grotte (fig. 3) donne une idée de la topographie des lieux au moment de l'occupation humaine. On y remarque, entre la paroi de la grotte et un vaste ensemble rocheux dont le sommet est très proche de la voûte, deux énormes blocs tabulaires qui font relief et qui délimitent, en contre-bas, des tranchées plus ou moins larges et des espaces plans.

C'est sur ces surfaces réservées entre les rochers que des foyers ont été établis. On peut en localiser trois et l'un d'entre eux, le plus vaste, livre avec assez de netteté le détail de son agencement. Il s'agit de celui qui se situe au nord de la masse rocheuse principale, là où la hauteur de voûte est suffisante pour l'installation d'un foyer élaboré. La répartition des lentilles de cendres nous a montré que celles-ci étaient circonscrites à une cuvette peu profonde, limitée soit par un ressaut naturel du sol primitif, soit par des blocs paraissant posés intentionnellement. A côté, une saignée profonde entaillait le substratum ; elle a été séparée de la dépression du foyer par de petites pierres qui colmataient le goulet de communication. Cette fosse était emplie de sédiments de cette époque. Ils contenaient, outre d'assez nombreux tessons et ossements, des boules de cendres et des charbons, montrant qu'il s'agissait d'une sorte de dépotoir, de « cendrier » dans lequel était déversé le trop-plein de détritus de l'âtre voisin.

La répartition des tessons dans cette zone (fig. 4) indique un maximum de concentration qui coïncide avec la plage définie par les courbes isopaques de 10 et de 20 cm. Par contre, le foyer proprement dit est moins riche et la densité des tessons croît en allant vers sa périphérie jusqu'à une valeur limite au-delà de laquelle on observe un appauvrissement devenant fonction de l'éloignement. Des observations similaires ont pu être faites dans les deux foyers bien que leur topographie plus tourmentée rende l'interprétation plus douteuse.

Par ailleurs, on a cherché à trouver une signification à la dispersion des fragments provenant d'un même objet. Deux exemples vont montrer l'importance que devaient jouer les blocs tabulaires centraux dans l'occupation du site.

Cinq tessons d'un même vase ont été trouvés dispersés (fig. 3). Quatre d'entre eux gisaient à la périphérie du foyer qui se situe dans la tranchée sud. Le dernier tesson a été recueilli de l'autre côté d'un des gros rochers médians. Compte tenu de la topographie, il a été impossible à ce fragment de venir s'enfouir là en supposant qu'il provienne du foyer sud. Il est plus logique d'émettre l'hypothèse que le point de dispersion se situait sur le bloc lui-même et que, de là, certains morceaux ont suivi une pente, d'autres une autre.

Le même processus paraît encore plus plausible dans le second exemple (fig. 3). Un disque taillé dans le calcaire et qui devait servir de couvercle de jarre à provisions, a été retrouvé brisé en cinq morceaux. Non seulement un fragment a été découvert sur le bloc rocheux lui-même, mais, en outre, les quatre autres débris se trouvaient en contre-bas dans trois tranchées différentes. Il a dû en être de même bien souvent et cela explique, au moins en partie, les difficultés que l'on a dans ce gisement à reconstituer des portions importantes de récipients en céramique.

Ces différentes remarques s'ajoutent à d'autres observations de détails et nous amènent à conclure qu'un habitat véritable existait au fond de la grotte de la Bergerie, à 50 m de l'entrée, dans une zone complètement obscure. Les blocs en saillie devaient servir de lieu préférentiel de séjour, tandis qu'en contre-bas les foyers étaient installés. Le volume des tessons et des déchets culinaires, la présence de vases à provisions, les restes de céréales, l'importance moyenne des foyers, toutes ces indications militent en faveur de l'idée d'une occupation stable mais d'assez courte durée, peut-être une saison, peut-être une année.

II. — Le passage des Magdaléniens.

Si l'on essaie de réaliser le même genre de reconstitution à partir des renseignements provenant des niveaux magdaléniens, on arrive rapidement à mettre en évidence des points de similitude et de notables divergences.

L'étude des sédiments de cette époque, tant l'analyse de leur constitution que la géométrie du dépôt, conduit à la conclusion que l'on est en présence de couches formées par l'action de phénomènes naturels tandis que l'intervention humaine a été négligeable.

En effet, la carte du sol anté-magdalénien montre des dépressions qui ceinturent les gros rochers centraux et des gradients de pente orientés vers le S et vers l'W. La carte en isopaque de ces niveaux montre que l'épaississement des couches est très régulier et qu'il suit la pente initiale du sol. La granulométrie du cailloutis montre également un tri qui, ajouté aux autres observations, renforce l'idée que l'on se trouve en présence d'un éboulis plus ou moins penté. Les déchets de l'occupation humaine se sont mélangés à ces dépôts naturels sans que la présence des magdaléniens se soit traduite matériellement par une adaptation de la topographie ou par l'apparition de structures intentionnelles. Un seul foyer véritable (fig. 6) a été localisé ; il se situerait sur l'un des blocs tabulaires et n'aurait qu'une très faible extension. Ailleurs, on a observé une dissémination des charbons et des fragments calcinés plutôt que la présence de réels foyers.

Les cartes de répartition donnent aussi l'impression de « semis » qui correspondraient plus à une simple dispersion résultant de l'action de la pesanteur qu'aux effets d'une occupation humaine organisée. Un plan (fig. 5) montre l'éparpillement des 91 éléments de parure recueillis. On peut raisonnablement supposer que tous ces éléments proviennent du même collier et qu'ils sont tous issus d'un même point de dissémination. Il est évident que cet endroit est à situer sur la table calcaire la plus occidentale et que, de là, les grains de collier, dents percées et coquilles en l'occurence, se sont dispersés tout autour.

Sur une autre carte (fig. 6), tout l'outillage en os et en silex, pièces et éclats (94 au total) a été reporté. L'accumulation des déchets d'industrie au pied des blocs y ressort remarquablement. L'étalement ou la concentration des débris sont liés au relief du sol. Ou bien on remarque la présence de trappe à sédiments, comme dans la partie N-E du plan où ont été recueillis, en plus de quelques pièces et éclats, plusieurs centaines de microscopiques esquilles ; ou bien la dispersion a été plus grande, comme vers l'E et l'W.

De l'ensemble de ces faits, il se dégage d'abord l'impression d'une occupation qui fut bien éphémère. La durée du passage ne fut pas suffisante pour qu'une structuration du site se soit faite. Par contre, ce temps fut assez long pour qu'un certain

nombre de pièces de gibier soient dépecées (nombreux ossements de rennes et de cerfs portant des traces de dépeçage), que des outils en silex et en os soient confectionnés (esquilles et déchets de silex, outils en os ébauchés...) D'autre part, les mêmes conditions d'habitabilité régnaient au Magdalénien et à l'Age du bronze et les mêmes « attitudes » durent être prises : prédilection pour le séjour sur les tables calcaires, les dépressions périphériques jouant le rôle de dépotoirs.

Il faut souligner, en conclusion, la particularité de cet habitat dont la topographie était telle qu'elle a favorisé l'occupation de ce fond obscur de grotte à deux moments de la Préhistoire. Ce type d'habitat n'a été qu'exceptionnellement décrit, sans doute en raison de la rareté des gisements de ce genre mais aussi du fait de la répugnance qu'éprouvent nombre de préhistoriens à fouiller avec toute la finesse nécessaire des zones obscures, froides et peu hospitalières.

Figure 1

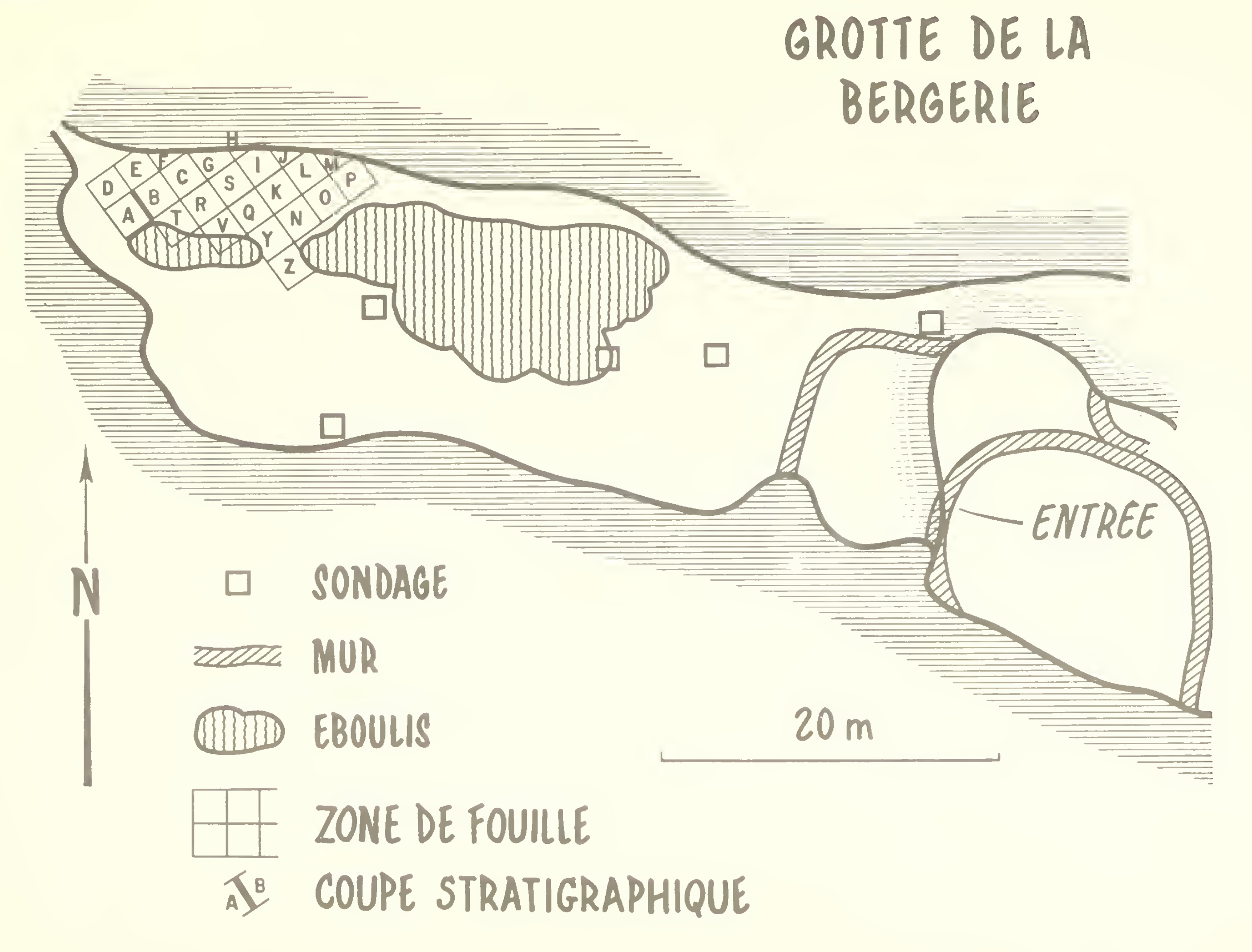
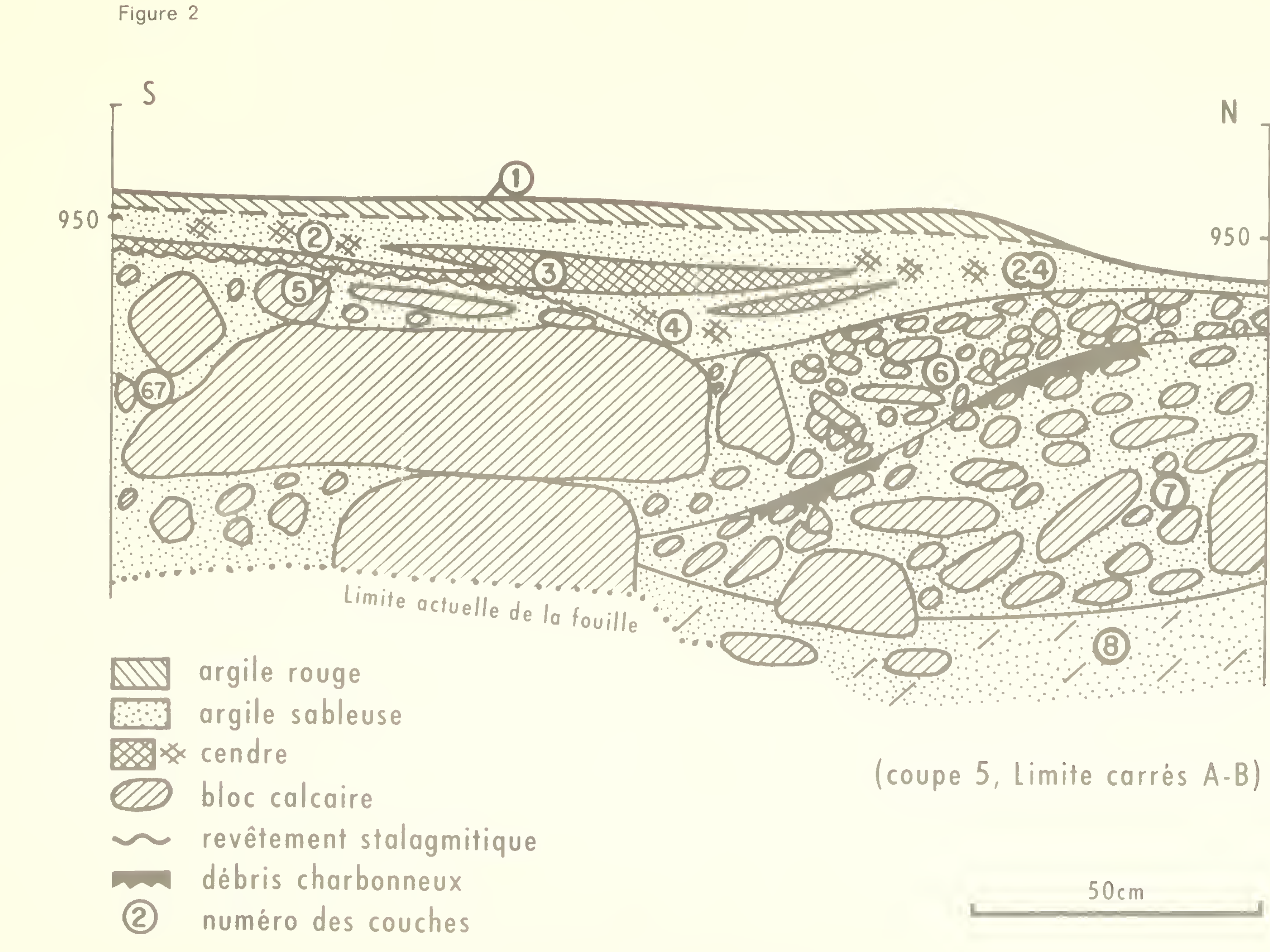

GROTTE DE LA
BERGERIE
N
ENTREE
SONDAGE
MUR
EBOULIS
ZONE DE FOUILLE
COUPE STRATIGRAPHIQUE
20 m

Figure 2



(coupe 5, Limite carrés A-B)

Figure 3

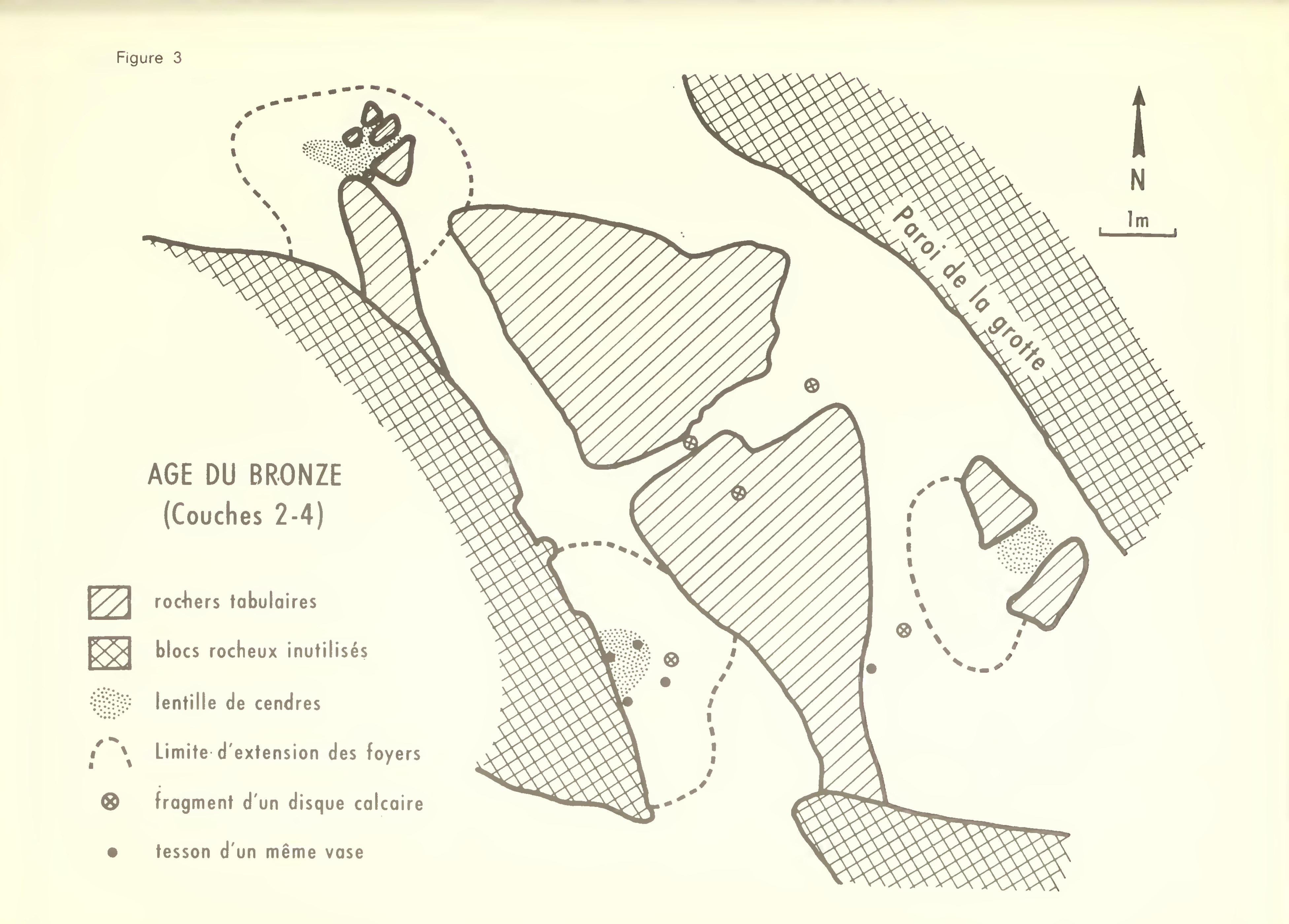
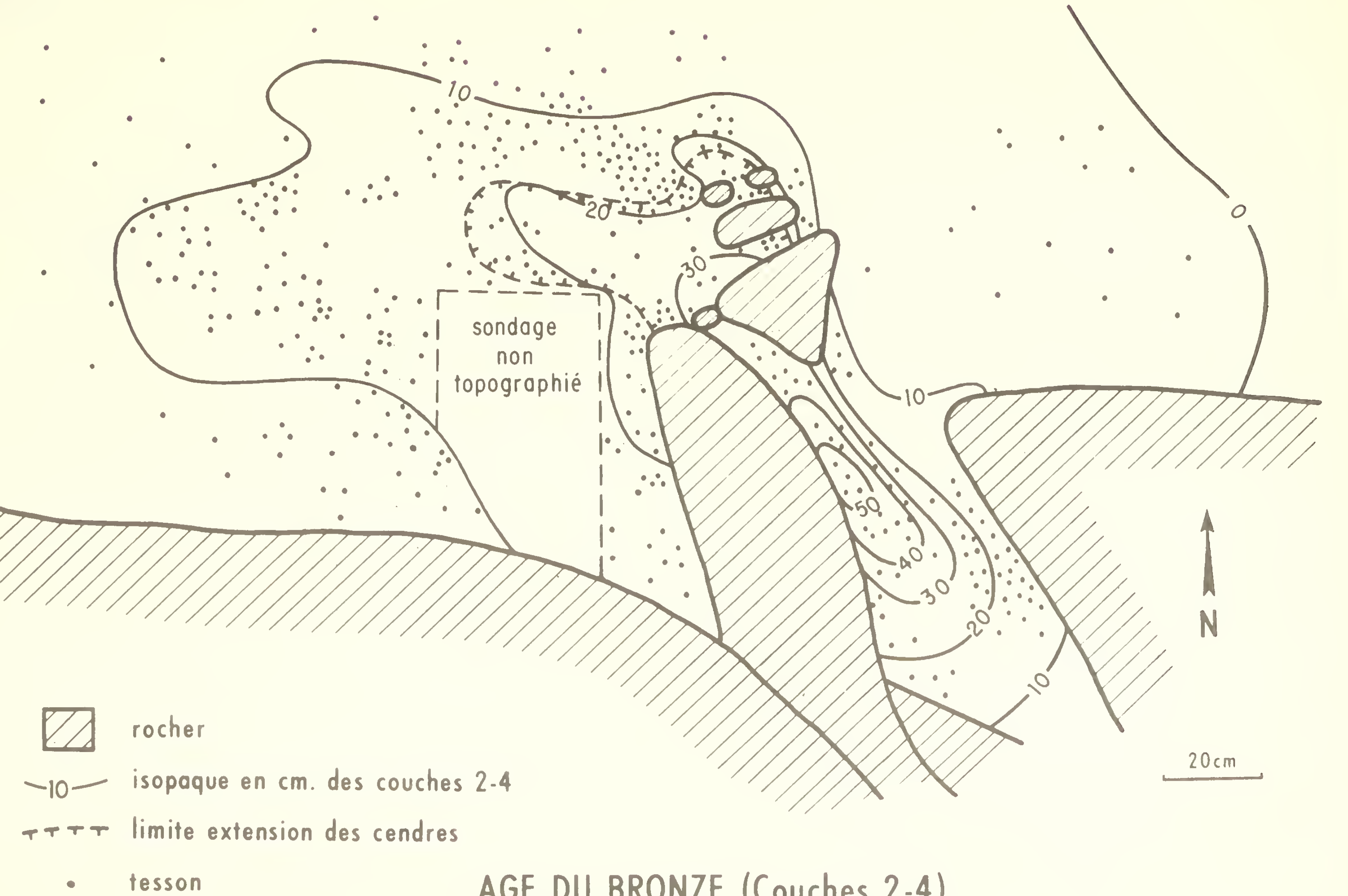

AGE DU BRONZE
(Couches 2-4)
rochers tabulaires
blocs rocheux inutilisés
lentille de cendres
Limite d'extension des foyers
fragment d'un disque calcaire
tesson d'un même vase
Paroi de la grotte
N
1m

Figure 4



AGE DU BRONZE (Couches 2-4)

Foyer Nord

Figure 5

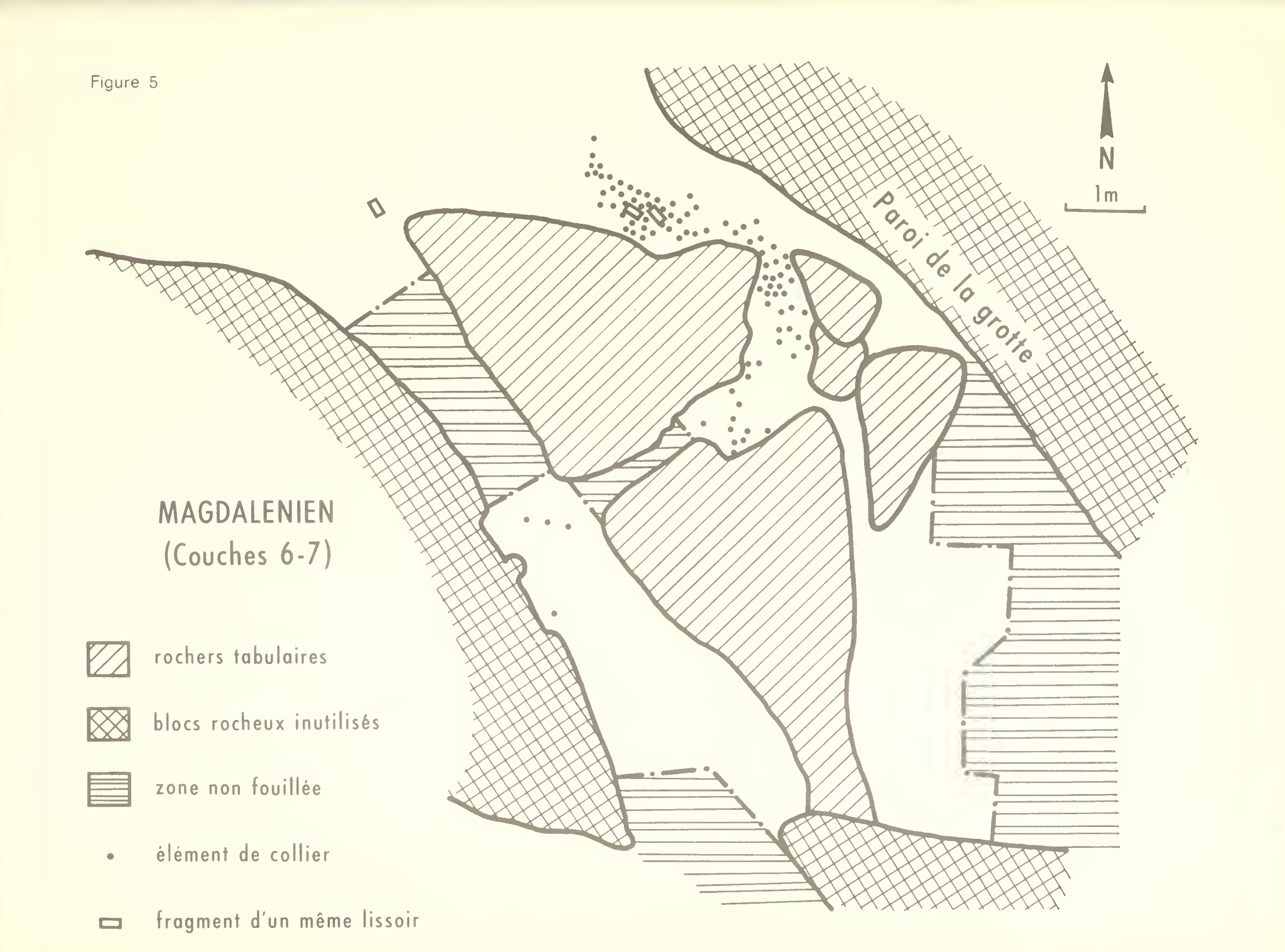
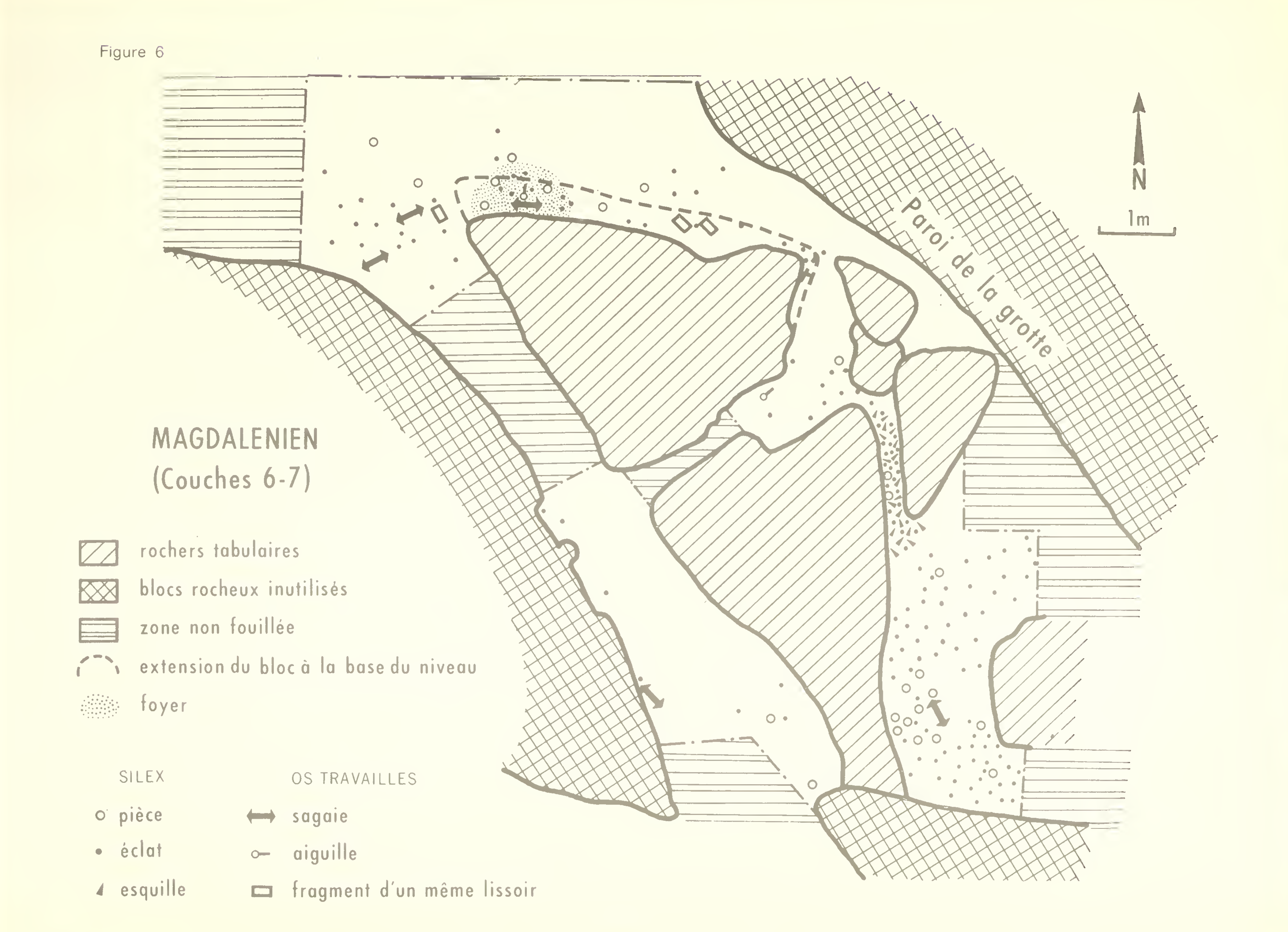

N
1m
Paroi de la grotte
MAGDALENIEN
(Couches 6-7)
rochers tabulaires
blocs rocheux inutilisés
zone non fouillée
élément de collier
fragment d'un même lissoir

Figure 6


N
1m
Paroi de la grotte
MAGDALENIEN
(Couches 6-7)
rochers tabulaires
blocs rocheux inutilisés
zone non fouillée
extension du bloc à la base du niveau
foyer
SILEX
pièce
éclat
esquille
OS TRAVAILLES
sagaie
aiguille
fragment d'un même lissoir

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 20 DÉCEMBRE 1967
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE
GUY DUCROS
44, RUE DE MADRID
BORDEAUX
(FRANCE)

Dépôt légal 4e trimestre 1967



Date Due